

(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
2013年5月2日(02.05.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/061850 A1

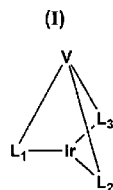
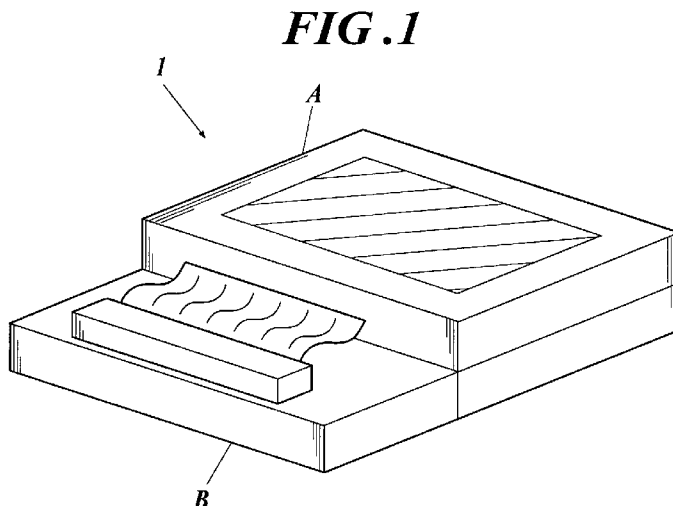
- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) C07D 403/10 (2006.01)
C07D 233/56 (2006.01) C07D 405/04 (2006.01)
C07D 233/58 (2006.01) C07D 409/10 (2006.01)
C07D 233/61 (2006.01) C07D 471/04 (2006.01)
C07D 235/06 (2006.01) C07D 471/14 (2006.01)
C07D 401/04 (2006.01) C07F 15/00 (2006.01)
C07D 401/10 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/076878
- (22) 国際出願日: 2012年10月18日(18.10.2012)
- (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 2011-233479 2011年10月25日(25.10.2011) JP
特願 2012-003082 2012年1月11日(11.01.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタ株式会社(Konica Minolta, Inc.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
(71) 出願人(米国についてののみ): 硯里 善幸(SUZURI, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 栄作(KATO, Eisaku) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP). 三浦 紀生(MIURA, Norio) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP). 谷 邦夫(TANI, Kunio) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 寛人(ITO, Hiroto) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP). 井上 暁(INOUE, Satoru) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人光陽国際特許事務所(KOYO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT, DISPLAY DEVICE, AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置



(57) Abstract: Provided is an organic electroluminescence element having at least one light-emitting layer between the anode and the cathode, and containing a hexadentate ligand type ortho-metal iridium complex represented by general formula (I) below. (In general formula (I), V represents a trivalent linking group, and L₁-L₃ are linked by covalent bonds. L₁-L₃ are each represented by general formula (II), with the proviso that L₁-L₃ are all mutually different structures, or any one of L₁-L₃ is a different structure.

(57) 要約: 陽極と陰極との間に、少なくとも1つの発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、下記一般式(I)で表される6座配位型オルトメタルイリジウム錯体を含む。〔一般式(I)中、Vは三価の連結基を表し、L₁~L₃と共有結合で連結している。L₁~L₃は各々一般式(II)で表される。但し、L₁~L₃の全てが互いに異なる構造であるか又はL₁~L₃のうち何れか一つが異なる構造である。〕



1000006 東京都千代田区有楽町一丁目 1 番 3 号
東京宝塚ビル 1 7 階 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, BN, 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, PA, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：

有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置に関する。

背景技術

[0002] 有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子ともいう）は発光する化合物を含有する発光層を陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・リン光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であることから、次世代の平面ディスプレイや照明として注目されている。

[0003] 内部量子効率の上限が100%となる励起三重項からのリン光発光を用いた有機EL素子がプリンストン大より報告されて以来（例えば、非特許文献1参照）、室温でリン光を示す材料の研究が活発になってきている（例えば、非特許文献2、特許文献1参照）。

また、室温でリン光を示す材料として、イリジウム錯体系等重金属錯体が検討されている（例えば、非特許文献3参照）。

[0004] 例えば、トリス（2-フェニルピリジン）イリジウム錯体が広く知られており（例えば、非特許文献2参照）、また、ドーパントの耐久性や発光効率向上を目的として、トリス（2-フェニルピリジン）骨格にシリル基を導入した配位子を有するイリジウム錯体が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

[0005] しかし、これらのドーパントを用いた有機EL素子においても、発光寿命をはじめとして十分な素子性能が得られていない。

[0006] また、トリス（2-フェニルピリジン）イリジウム錯体以外のイリジウム

錯体として、フェニルイミダゾール配位子やカルベン配位子を有するイリジウム錯体が開示されている（例えば、特許文献3及び4参照）。

[0007] これらの材料はフェニルピリジン配位子で構成される錯体と比してHOMOが浅く、正孔注入障壁が大きくなるという問題がある。また、短波長にする目的でバルキーな置換基等を導入すると、分子として再配向エネルギーが増大し、電荷輸送能が低下し、結果として駆動電圧が上昇し、発光効率が低下するといった問題がある。

[0008] 一方、イリジウム錯体の配位子を結合させた錯体が開示されている（特許文献5、6参照。）。

[0009] これらの錯体では材料自体の熱安定性が改良され、素子の寿命も改善されているが、特にHOMOが浅い材料を用いて短波長の発光を得る場合の駆動電圧の改善に関しては何ら開示されていない。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：米国特許第6097147号明細書
特許文献2：特開2005-327526号公報
特許文献3：国際公開第2006/046980号
特許文献4：国際公開第2005/019373号
特許文献5：国際公開第2005/76380号
特許文献6：国際公開第2004/81017号

非特許文献

- [0011] 非特許文献1：M. A. Baldo et al., Nature、395巻、151～154頁（1998年）
非特許文献2：M. A. Baldo et al., Nature、403巻、17号、750～753頁（2000年）
非特許文献3：C. Adachi et al., Appl. Phys. Lett., 79号、2082-2084頁（2001年）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

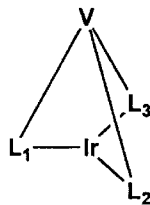
[0012] 本発明の目的は、発光効率を向上し、発光寿命を長寿命化した有機エレクトロルミネッセンス素子、該素子を備えた照明装置及び表示装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の上記目的を達成するため、本発明の一態様によれば、
陽極と陰極との間に、少なくとも1つの発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、
下記一般式（I）で表される6座配位型オルトメタルイリジウム錯体を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

[0014] [化1]

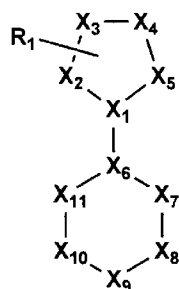
一般式(I)



[0015] [一般式（I）中、Vは三価の連結基を表し、 $L_1 \sim L_3$ と共有結合で連結している。 $L_1 \sim L_3$ は各々下記一般式（II）で表される。但し、 $L_1 \sim L_3$ の全てが互いに異なる構造であるか又は $L_1 \sim L_3$ のうち何れか一つが異なる構造である。]

[0016] [化2]

一般式(II)



[0017] 〔一般式 (II) 中、 $X_1 \sim X_5$ は含窒素複素環を形成する元素群であり、炭素原子又は窒素原子から選ばれ、 X_4 と X_5 のうち少なくとも一つは窒素原子を表し、該窒素原子のうち何れか一つが前記一般式 (I) における I_r と配位結合を形成する。 $X_6 \sim X_{11}$ は芳香族 5 員環又は芳香族 6 員環を形成する元素群であり、炭素原子又は窒素原子から選ばれ、 X_7 は前記一般式 (I) における I_r と共有結合を形成する。但し、 $X_6 \sim X_{11}$ が芳香族 5 員環を形成する場合は X_{11} は単なる結合手を表す。 R_1 は炭素数 7 以上の置換アリール基を表す。〕

[0018] 本発明の他の態様によれば、
上記有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする表示装置が提供される。

[0019] 本発明の更に他の態様によれば、
上記有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置が提供される。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、発光効率を向上し、発光寿命を長寿命化した有機エレクトロルミネッセンス素子、該素子を備えた照明装置及び表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

[図2]図1の表示装置の表示部の模式図である。

[図3]図1の表示装置の画素の模式図である。

[図4]パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

[図5]照明装置の概略図である。

[図6]照明装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明を実施するための形態について詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

[0023] 《有機EL素子の構成層》

本発明の有機EL素子の構成層について説明する。本発明において、有機EL素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

[0024] (i) 陽極／発光層ユニット／電子輸送層／陰極

(ii) 陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／電子輸送層／陰極

(iii) 陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極

(iv) 陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極

(v) 陽極／陽極バッファ層／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極

[0025] 更に、発光層ユニットは複数の発光層の間に非発光性の中間層を有していてもよく、該中間層が電荷発生層であるようなマルチフォトンユニット構成であってもよい。この場合、電荷発生層としては、ITO（インジウム・錫酸化物）、IZO（インジウム・亜鉛酸化物）、 ZnO_2 、TiN、ZrN、HfN、 TiO_x 、 VO_x 、CuI、InN、GaN、 $CuAlO_2$ 、 $CuGaO_2$ 、 $SrCu_2O_2$ 、 LaB_6 、 RuO_2 などの導電性無機化合物層や、Au/Bi₂O₃等の2層膜や、 $SnO_2/Ag/SnO_2$ 、 $ZnO/Ag/ZnO$ 、 $Bi_2O_3/Au/Bi_2O_3$ 、 $TiO_2/TiN/TiO_2$ 、 $TiO_2/ZrN/TiO_2$ 等の多層膜、またC60等のフラーレン類、オリゴチオフェン等の導電性有機物層、金属フタロシアニン類、無金属フタロシアニン類、金属ポルフィリン類、無金属ポルフィリン類等の導電性有機化合物層などが挙げられる。

[0026] 本発明の有機EL素子における発光層としては白色発光層であることが好ましく、これらを用いた照明装置であることが好ましい。

[0027] 本発明の有機EL素子を構成する各層について説明する。

[0028] 《発光層》

本発明に係る発光層は、電極または電子輸送層、正孔輸送層から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

[0029] 発光層の膜厚の総和は特に制限はないが、膜の均質性や、発光時に不必要な高電圧を印加するのを防止し、かつ、駆動電流に対する発光色の安定性向上の観点から、好ましくは2 nm～5 μmの範囲に調整され、更に好ましくは2 nm～200 nmの範囲に調整され、特に好ましくは5 nm～100 nmの範囲に調整される。

[0030] 発光層の作製には、後述する発光ドーパントやホスト化合物を、例えば、真空蒸着法、湿式法（ウェットプロセスともいい、例えば、スピンコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法、LB法（ラングミュア・ブロジェット（Langmuir Blodgett法））等を挙げることができる。）等により成膜して形成することができる。

[0031] 本発明の有機EL素子の発光層には、発光ドーパント（リン光発光性ドーパント（リン光ドーパント、リン光発光性ドーパント基ともいう）や蛍光ドーパント等）化合物と、発光ホスト化合物とを含有することが好ましい。

[0032] （１）発光性ドーパント化合物

発光性ドーパント化合物（発光ドーパント、単にドーパントともいう）について説明する。

発光性ドーパントとしては、蛍光ドーパント（蛍光性化合物ともいう）、リン光ドーパント（リン光発光体、リン光性化合物、リン光発光性化合物等ともいう）を用いることができる。

[0033] （１．１）リン光ドーパント（リン光発光ドーパントともいう）

本発明に係るリン光ドーパントについて説明する。

本発明に係るリン光ドーパント化合物は、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、具体的には室温（25℃）にてリン光発光する化合物であり、リン光量子収率が、25℃において0.01以上の化合物であると定

義されるが、好ましいリン光量子収率は0.1以上である。

[0034] 上記リン光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398頁（1992年版、丸善）に記載の方法により測定できる。溶液中でのリン光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に係るリン光ドーパントは、任意の溶媒のいずれかにおいて上記リン光量子収率（0.01以上）が達成されればよい。

[0035] リン光ドーパントの発光は原理としては2種挙げられ、1つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こって発光性ホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光ドーパントに移動させることでリン光ドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型である。もう1つはリン光ドーパントがキャリアトラップとなり、リン光ドーパント上でキャリアの再結合が起こり、リン光ドーパント化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型である。何れの場合においても、リン光ドーパントの励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

[0036] 本発明の有機EL素子は、発光層の少なくとも1つがリン光発光性の有機金属錯体（リン光発光ドーパント、リン光ドーパント等ともいう）を含有するが、該リン光発光性の有機金属錯体としては、本発明に係る有機EL素子材料である、一般式（I）で表される6座配位型オルトメタルイリジウム錯体を含有することが好ましい。

[0037] ここで、配位子の構成要素として5員環を有するオルトメタルイリジウム錯体は、6員環のみで構成されるフェニルピリジン系のオルトメタルイリジウム錯体よりも短波長の発光が得られるが、未だ実用可能な素子寿命や高発光効率を達成できていない。

本発明者らは、これらの5員環を有する配位子のオルトメタルイリジウム錯体は、フェニルピリジン系のオルトメタルイリジウム錯体に比してHOMOが浅く、ホールの注入が悪いため素子の駆動電圧が上昇していると推定するとともに、従来公知のオルトメタルイリジウム錯体は、有機EL素子の構

成層中で金属錯体同士の凝集が起こりやすいため、実用可能な素子寿命や高発光効率が得られていないと推定し、問題点について鋭意検討した。

[0038] その結果、配位子の構成要素として5員環を有するオルトメタルイリジウム錯体として、一般式 (I) で表される化合物を用いることにより、素子寿命が改善され、且つ、発光効率の向上を図れることを見出した。

[0039] 配位子の構成要素の5員環に炭素数7以上の置換基を導入することで、有機EL素子の構成層中における金属錯体同士の凝集を抑え、金属錯体の励起子三重項間で生じるT-T消滅を抑制することができたので、素子の寿命の向上が得られたと推定した。

また、それら置換基の導入により再配向エネルギーが上昇するように思われるが、各々の三つの配位子を結合させることで素子の駆動電圧が低下し、輝度及び寿命が向上することが分かった。

[0040] (1. 1. 1) オルトメタルイリジウム錯体

本発明に係るオルトメタルイリジウム錯体について説明する。

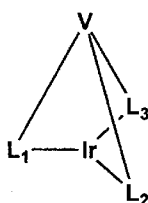
本発明に係るオルトメタルイリジウム錯体は、本発明の有機EL素子の構成層のいずれかの層に用いることができるが、本発明の効果（素子の発光効率（詳しくは、外部取り出し量子効率、単に効率ともいう）の向上、半減寿命の増大）を十分に得る観点からは、素子の発光層、更に、該発光層中において発光ドーパント（単にドーパントともいう）として用いることが好ましい。

なお、本発明の有機EL素子の構成層については、後に詳細に説明する。

[0041] 本発明に係るオルトメタルイリジウム錯体は、具体的には、上述の通り下記一般式 (I) で表される。

[0042] [化3]

一般式(I)

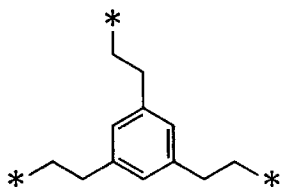


[0043] 一般式 (I) において、Vは三価の連結基を表し、 $L_1 \sim L_3$ の各々と共有結合して1rの多座配位子を形成するが、好ましくは、以下の構造のものを表す。

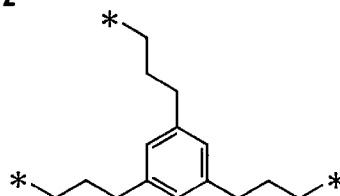
なお、下記式中、*は $L_1 \sim L_3$ との結合部位を表し、nは1又は2を表す。

[0044] [化4]

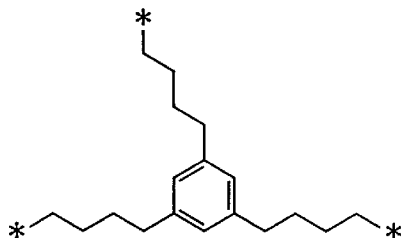
V-1



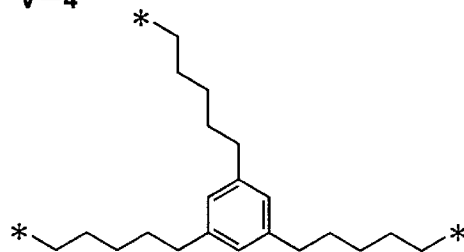
V-2



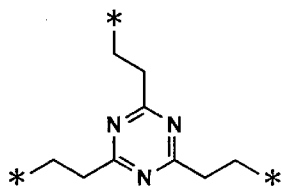
V-3



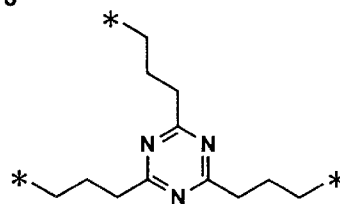
V-4



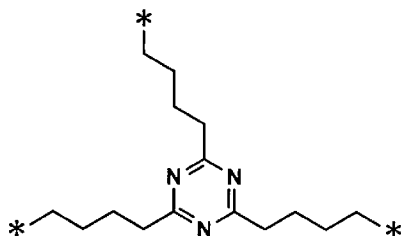
V-5



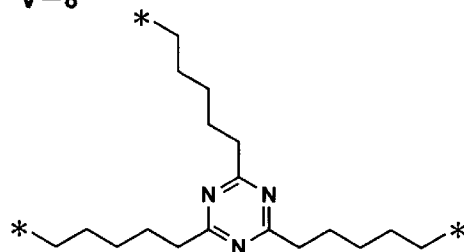
V-6



V-7



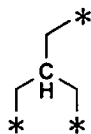
V-8



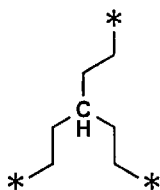
[0045]

[化5]

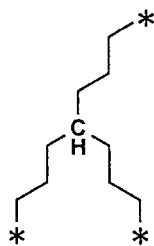
V-9



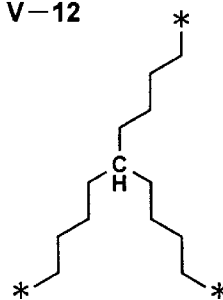
V-10



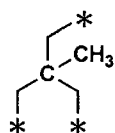
V-11



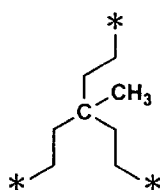
V-12



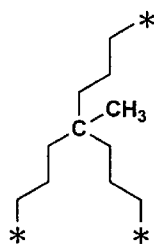
V-13



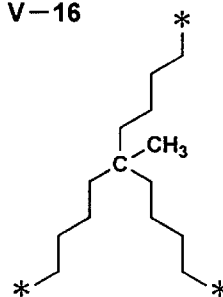
V-14



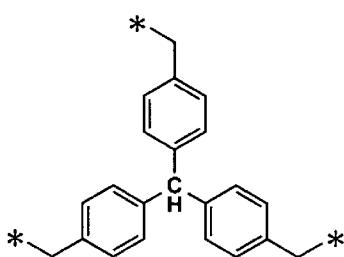
V-15



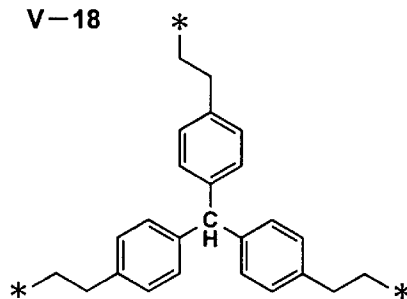
V-16



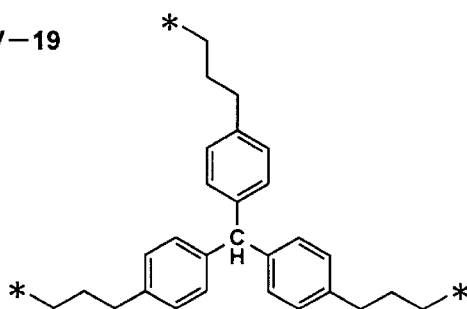
V-17



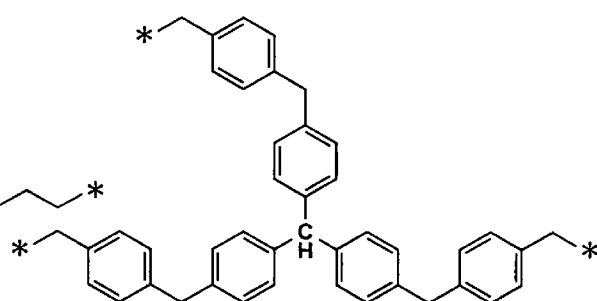
V-18



V-19



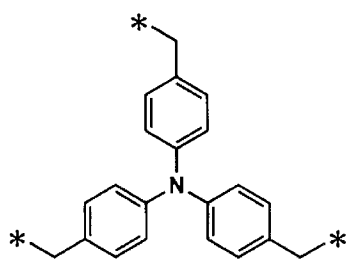
V-20



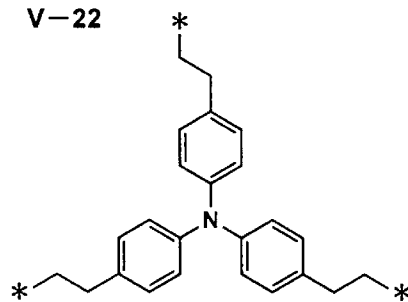
[0046]

[化6]

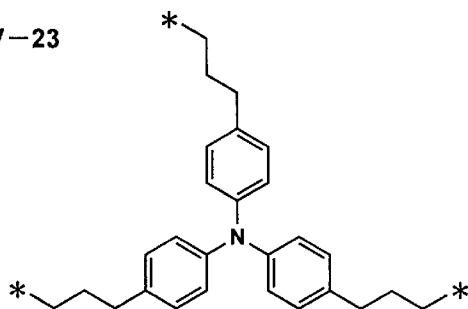
V-21



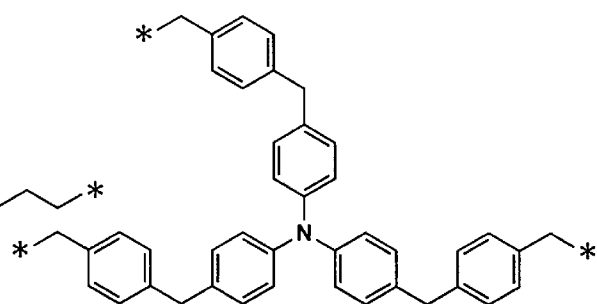
V-22



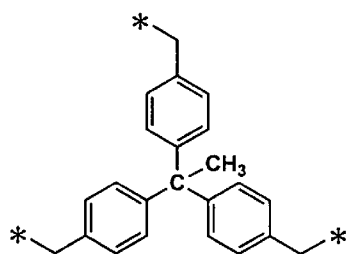
V-23



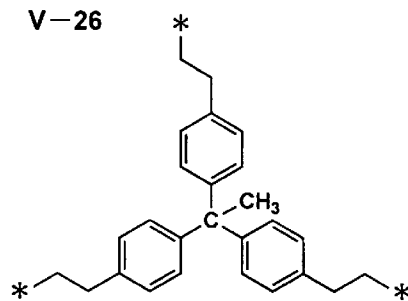
V-24



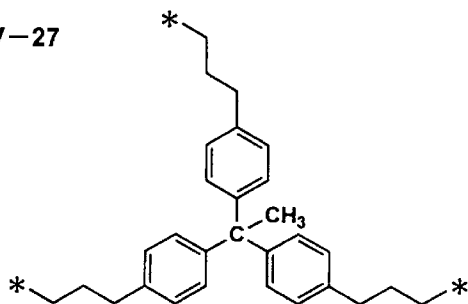
V-25



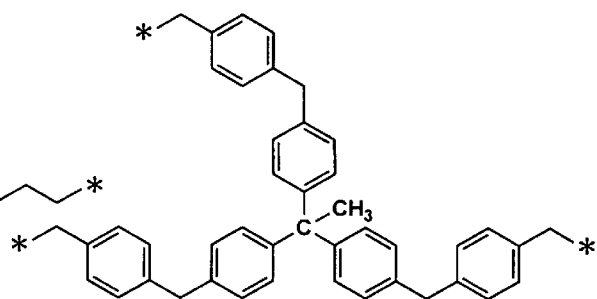
V-26



V-27



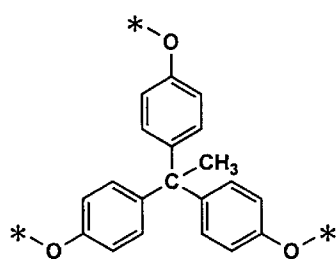
V-28



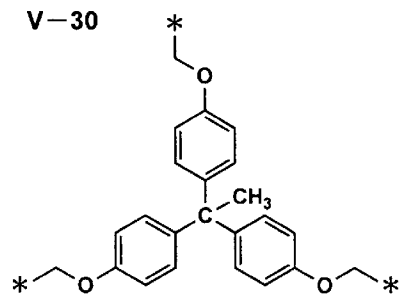
[0047]

[化7]

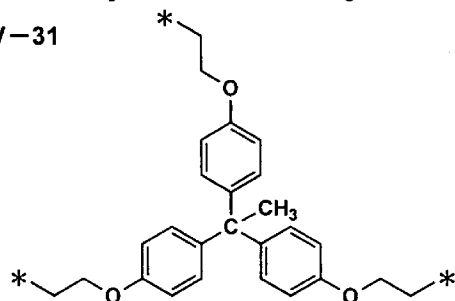
V-29



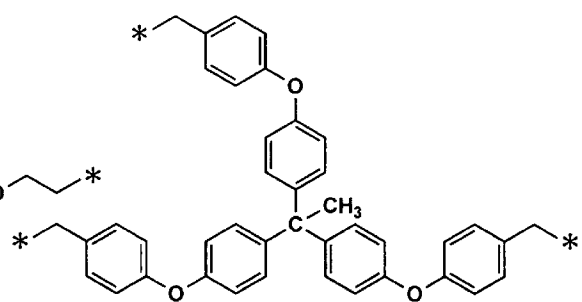
V-30



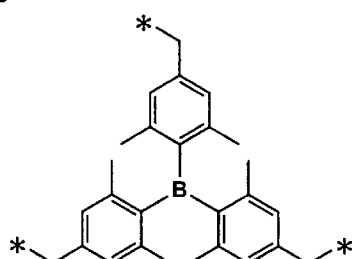
V-31



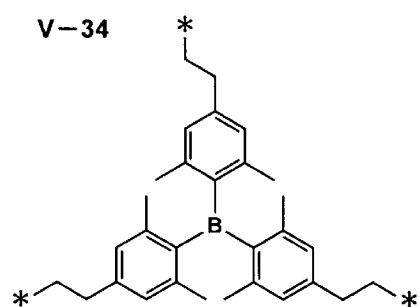
V-32



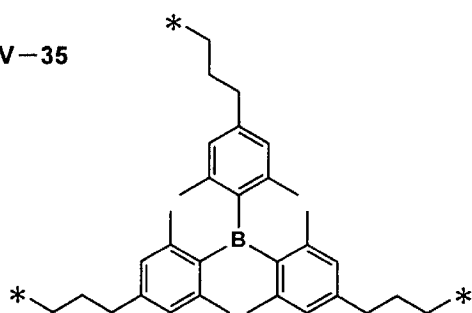
V-33



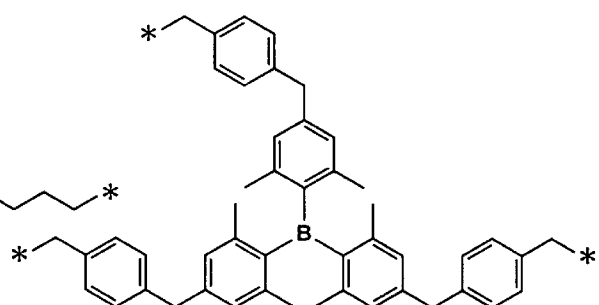
V-34



V-35



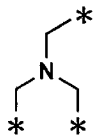
V-36



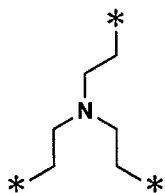
[0048]

[化8]

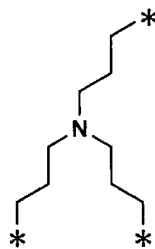
V-37



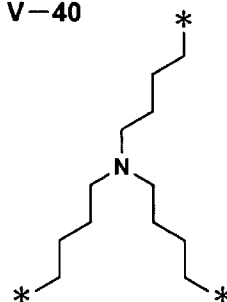
V-38



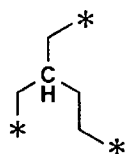
V-39



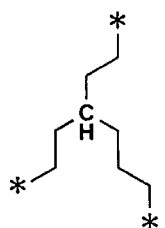
V-40



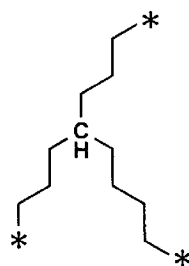
V-41



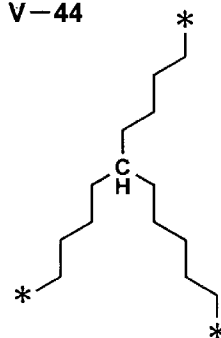
V-42



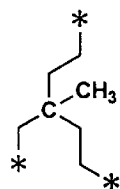
V-43



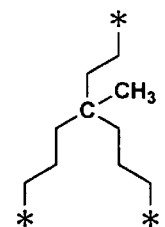
V-44



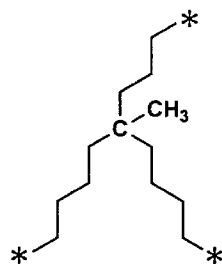
V-45



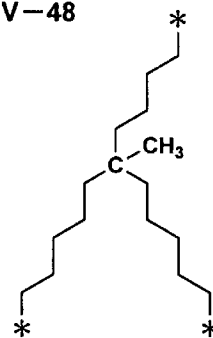
V-46



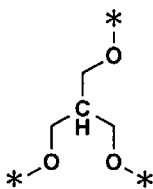
V-47



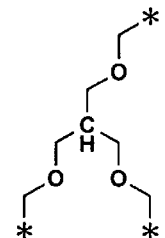
V-48



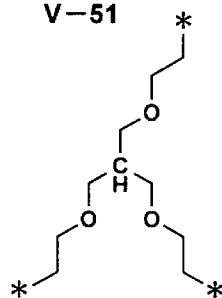
V-49



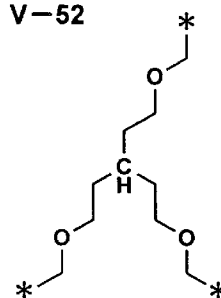
V-50



V-51

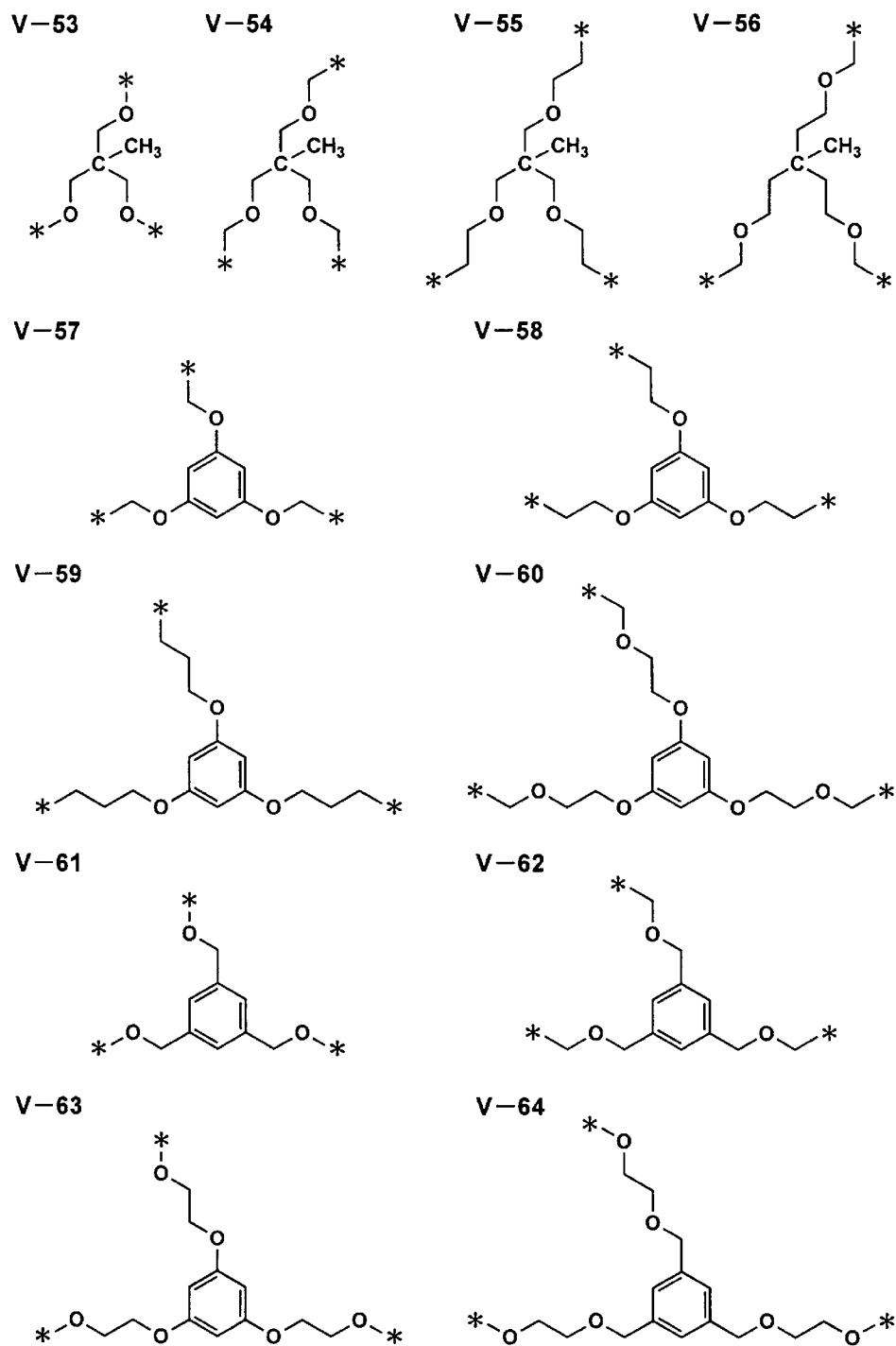


V-52



[0049]

[化9]

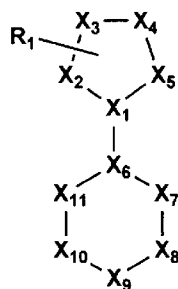


[0050] 一般式 (I) において、 $L_1 \sim L_3$ は、各々下記一般式 (II) で表される。但し、 $L_1 \sim L_3$ の全てが互いに異なる構造であるか又は $L_1 \sim L_3$ のうち何れか一つが異なる構造である。

[0051]

[化10]

一般式(II)



[0052] 一般式 (II) において、 $X_1 \sim X_5$ は、含窒素複素環を形成する原子群であり、炭素原子又は窒素原子から選ばれ、 X_4 と X_5 のうち少なくとも一つは窒素原子を表し、該窒素原子のうち何れか一つは一般式 (I) における I_r と配位結合を形成する。

一般式 (II) において、 $X_1 \sim X_5$ で表される含窒素複素環としては、好ましくはイミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環等が挙げられ、より好ましくは、イミダゾール環である。

[0053] 一般式 (II) において、 $X_6 \sim X_{11}$ は、芳香族5員環又は芳香族6員環を形成する原子群であり、炭素原子又は窒素原子から選ばれ、 X_7 は、一般式 (I) における I_r と共有結合を形成する。

一般式 (II) において、 $X_6 \sim X_{11}$ で表される芳香族5員環としては、好ましくはチオフェン環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環等が挙げられる。

一般式 (II) において、 $X_6 \sim X_{11}$ で表される芳香族6員環としては、ベンゼン環、ピリジン環等が挙げられ、好ましくはベンゼン環である。

これら $X_6 \sim X_{11}$ で表される芳香族5員環又は芳香族6員環は更に置換基を有していてもよく、それらの置換基が結合して縮合環を形成しても良い。置換基としては、例えば、アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、トリフルオロメチル基、イソプロピル基等）、アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基等）、ハロゲン原子（例えば、フッ素原子等）、シアノ基、ニトロ基、ジアルキルアミノ基（例えば、ジメチルアミノ基等）、トリアルキ

ルシリル基（例えば、トリメチルシリル等）、トリアリールシリル基（例えば、トリフェニルシリル基等）、トリヘテロアリールシリル基（例えば、トリピリジルシリル基等）、ベンジル基、アリール基（例えば、フェニル基等）、ヘテロアリール基（例えば、ピリジル基、カルバゾリル基等）が挙げられ、縮合環としては、9, 9'-ジメチルフルオレン、カルバゾール、ジベンゾフラン等が挙げられる。

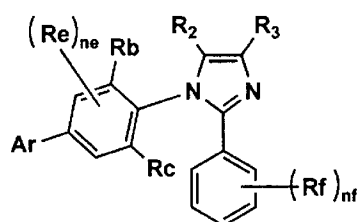
[0054] 一般式 (II) において、 R_1 は、炭素数 7 以上の置換又は無置換のアリール基を表す。

一般式 (II) において、 R_1 で表されるアリール基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、ターフェニル基が挙げられ、好ましくはフェニル基である。フェニル基に置換する置換基としては、例えば、アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、トリフルオロメチル基、イソプロピル基等）、アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基等）、ハロゲン原子（例えば、フッ素原子等）、シアノ基、ニトロ基、ジアルキルアミノ基（例えば、ジメチルアミノ基等）、トリアルキルシリル基（例えば、トリメチルシリル等）、トリアリールシリル基（例えば、トリフェニルシリル基等）、トリヘテロアリールシリル基（例えば、トリピリジルシリル基等）、ベンジル基、アリール基（例えば、フェニル基等）、ヘテロアリール基（例えば、ピリジル基、カルバゾリル基等）が挙げられ、アルキル基、アリール基が好ましい。

[0055] 一般式 (I) における $L_1 \sim L_3$ のうち少なくとも 1 つは、好ましくは一般式 (III) で表される。

[0056] [化11]

一般式(III)



[0057] 一般式 (III) において、 R_b 、 R_c 及び R_e は、各々置換基を表す。

一般式 (III) において、 R_b 、 R_c 及び R_e で表される置換基としては、例えば、一般式 (II) の $X_6 \sim X_{11}$ で表される原子群が有していてもよい置換基と同様のものが挙げられる。好ましくは、 R_d 及び R_c は、アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基等）、シクロアルキル基（例えば、シクロヘキシル基等）、アリール基（例えば、フェニル基等）である。

[0058] 一般式 (III) において、 n_e は、0～2 の整数を表す。

[0059] 一般式 (III) において、 R_2 及び R_3 は、各々水素原子又は置換基を表す。

一般式 (III) において、 R_2 及び R_3 で表される置換基としては、例えば、一般式 (II) の $X_6 \sim X_{11}$ で表される原子群が有していてもよい置換基と同様のものが挙げられる。

[0060] 一般式 (III) において、 A_r は、アリール基（例えば、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、ターフェニル基等）又はヘテロアリール基（例えば、ピリジル基、カルバゾリル基等）を表す。好ましくは、 A_r は、フェニル基を表す。

[0061] 一般式 (III) において、 R_f は置換基を表す。

一般式 (III) において、 R_f で表される置換基としては、一般式 (II) の $X_6 \sim X_{11}$ で表される原子群が有していてもよい置換基と同様のものが挙げられる。

[0062] 一般式 (III) において、 n_f は、0～3 の整数を表す。

[0063] (1. 1. 2) 具体例

以下、本発明の前記一般式のいずれかで表されるオルトメタルイリジウム錯体の具体例を以下に示すが本発明はこれらに限定されない。

これらの金属錯体は、後述する合成例により合成することができるが、例えば、米国特許出願公開第 2010/176390 号明細書、国際公開第 2007/97149 号などを参考に合成することもできる。また更にこれらの文献中に記載の参考文献等の方法を適用することにより合成することもで

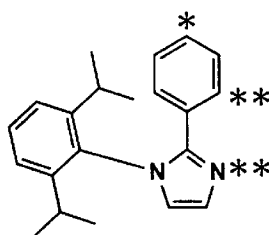
きる。

本発明に係るオルトメタルイリジウム錯体は、一例として下記に示す各配位子のうち何れか３つが、上記した連結基によって連結されて構成されている。各配位子及び連結基の組み合わせは表１～１０に示す通りである。なお、下記に示す各配位子において、＊は上記した連結基との結合部位を示し、＊＊は一般式（I）における I r との結合部位を示す。

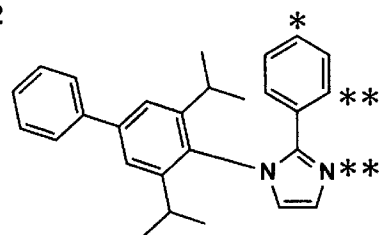
[0064]

[化12]

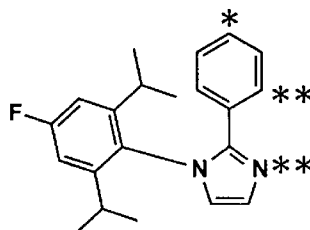
L-1



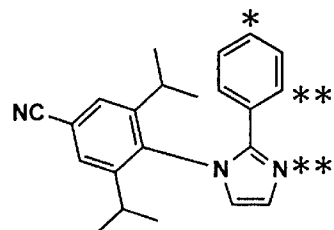
L-2



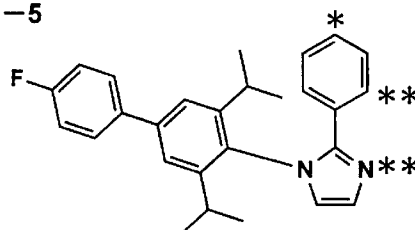
L-3



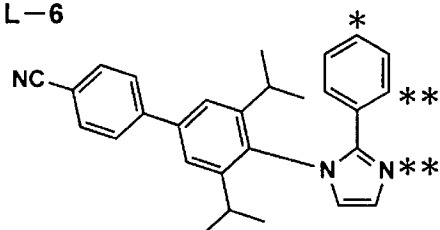
L-4



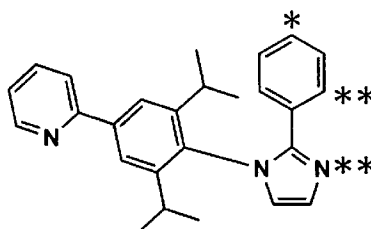
L-5



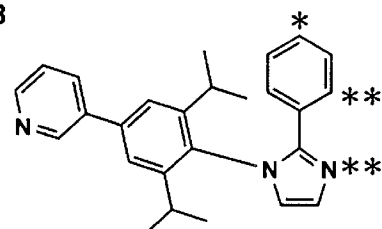
L-6



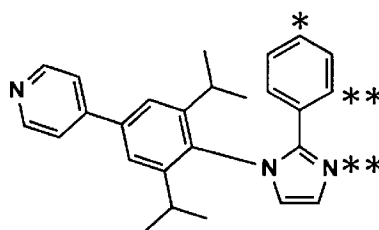
L-7



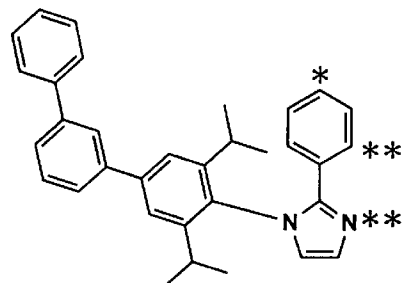
L-8



L-9

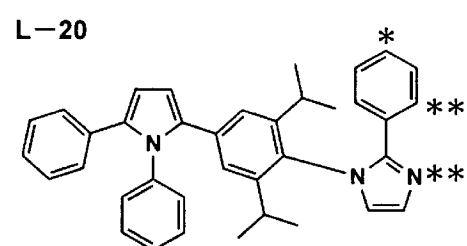
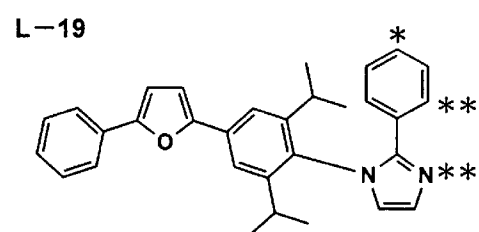
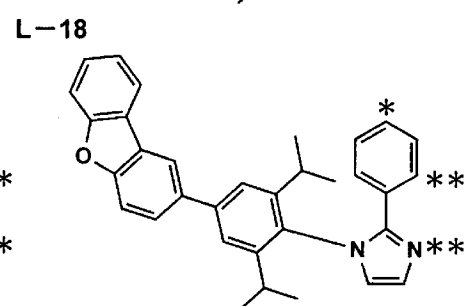
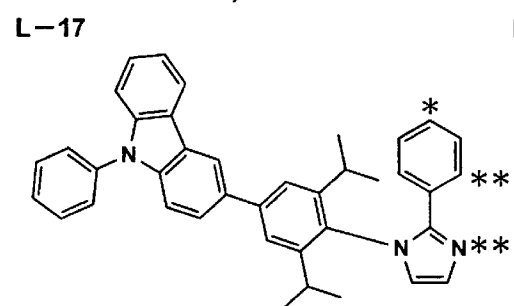
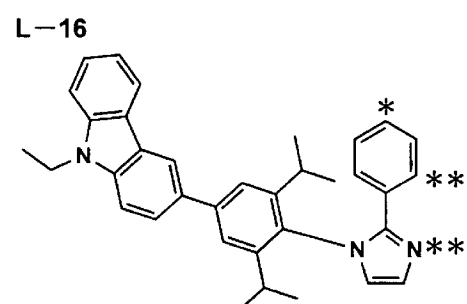
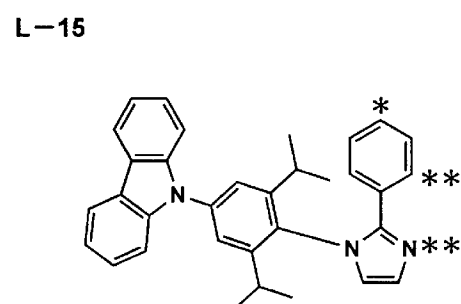
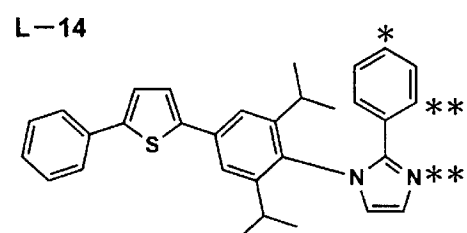
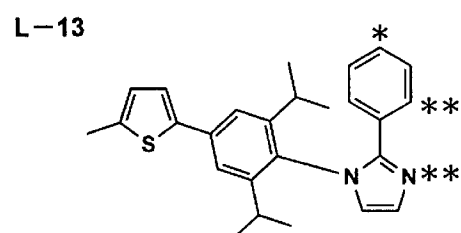
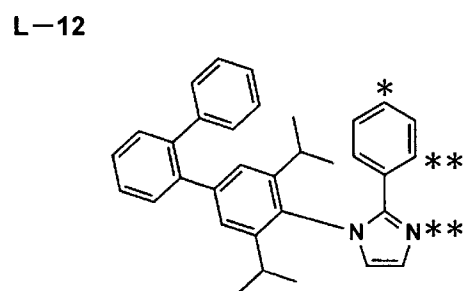
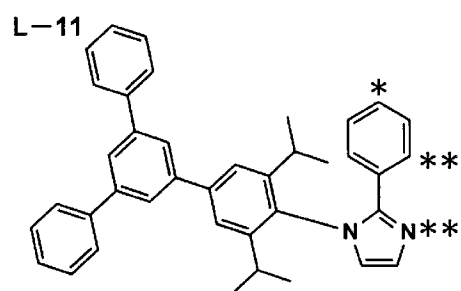


L-10



[0065]

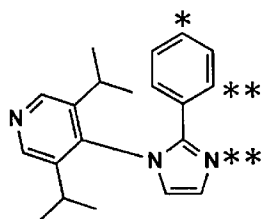
[化13]



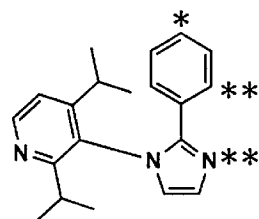
[0066]

[化14]

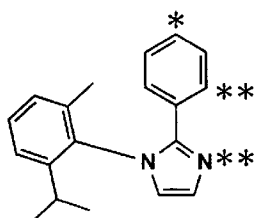
L-21



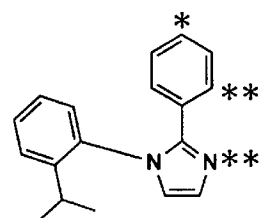
L-22



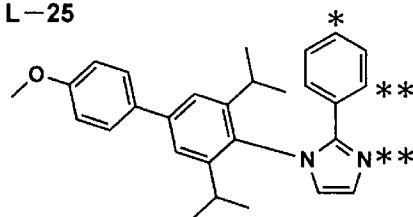
L-23



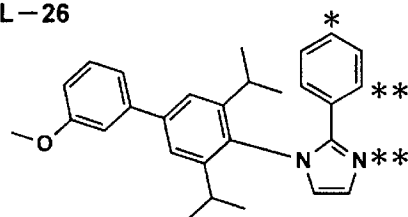
L-24



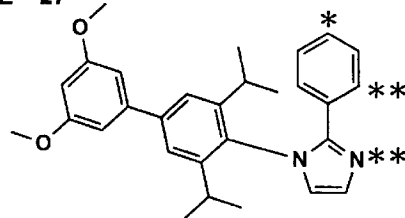
L-25



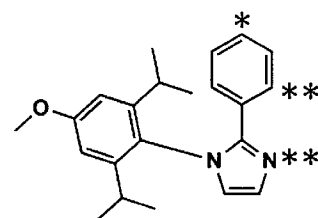
L-26



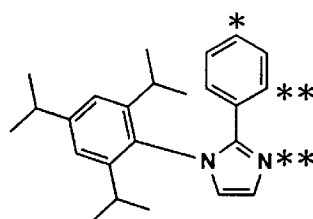
L-27



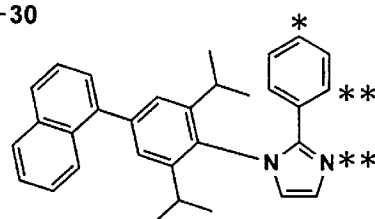
L-28



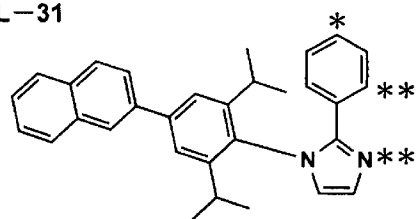
L-29



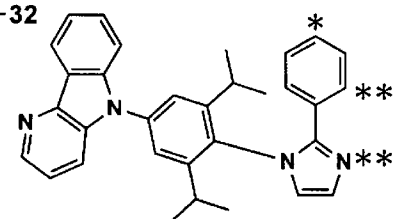
L-30



L-31



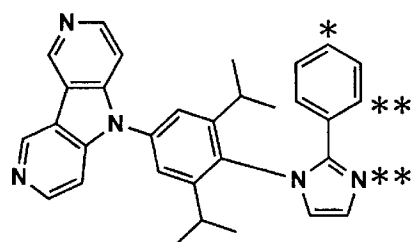
L-32



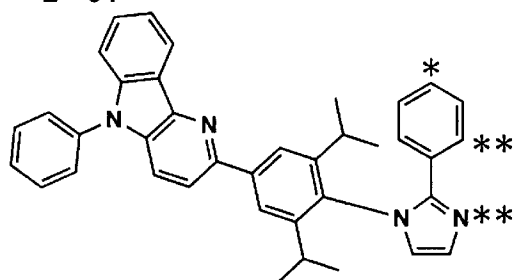
[0067]

[化15]

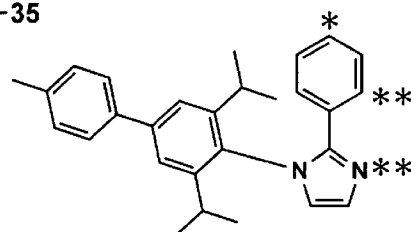
L-33



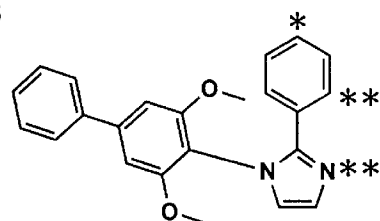
L-34



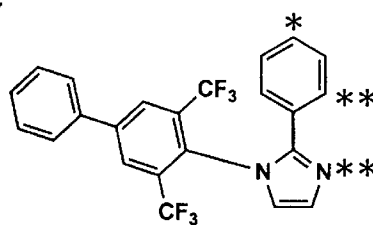
L-35



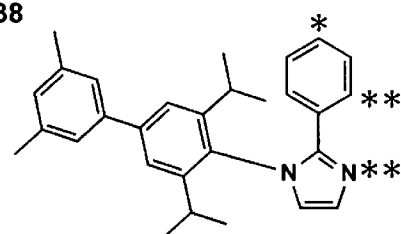
L-36



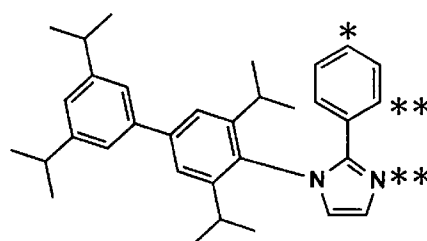
L-37



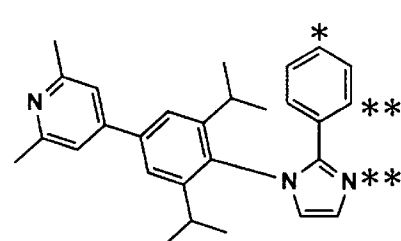
L-38



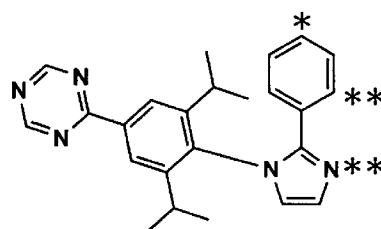
L-39



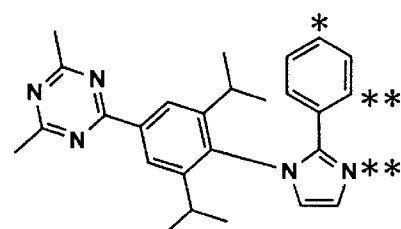
L-40



L-41



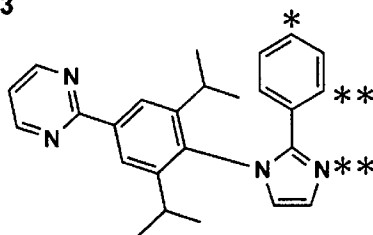
L-42



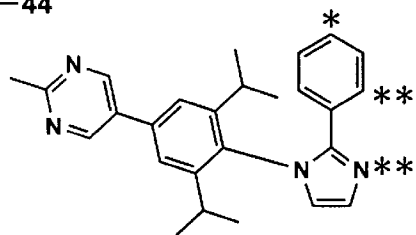
[0068]

[化16]

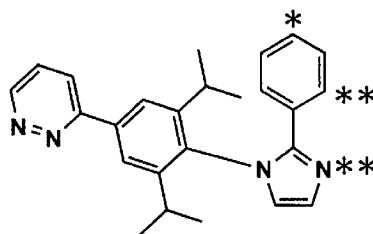
L-43



L-44

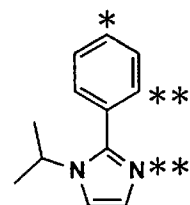
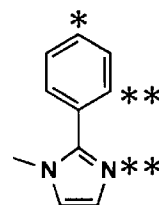


L-45

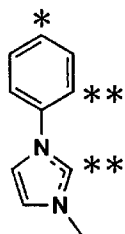


L-46

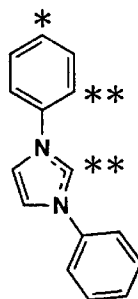
L-46-2



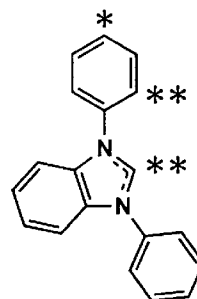
L-47



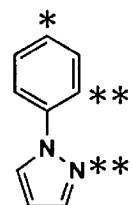
L-48



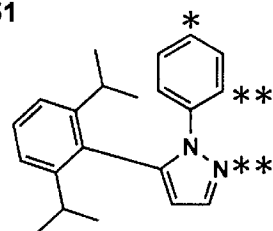
L-49



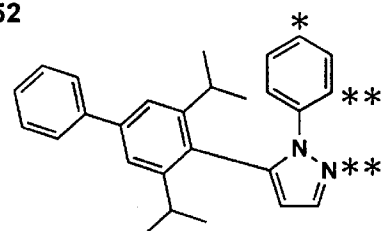
L-50



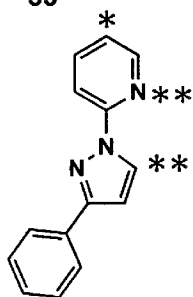
L-51



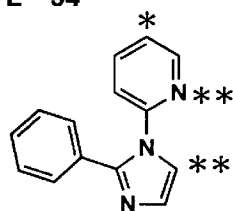
L-52



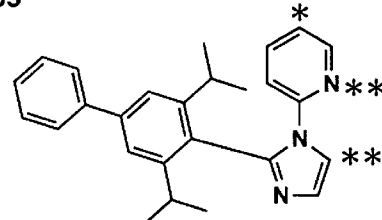
L-53



L-54



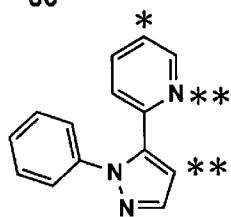
L-55



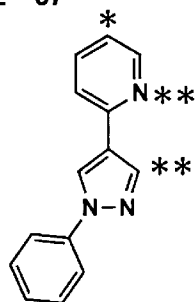
[0069]

[化17]

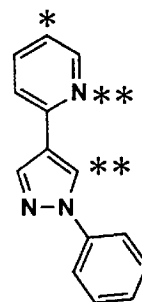
L-56



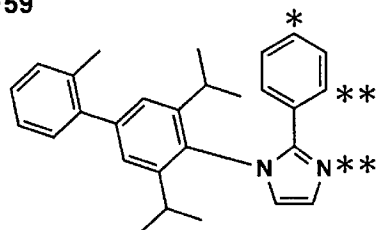
L-57



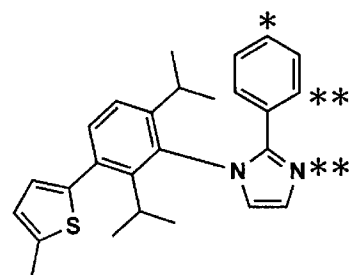
L-58



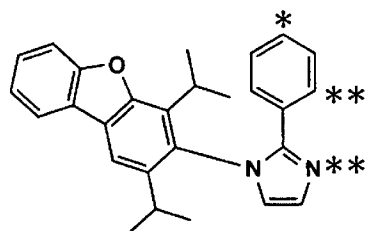
L-59



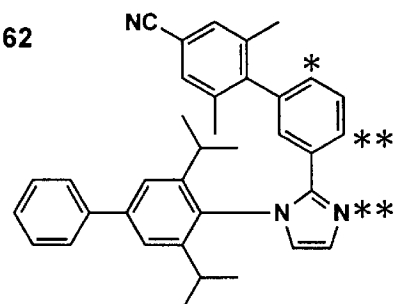
L-60



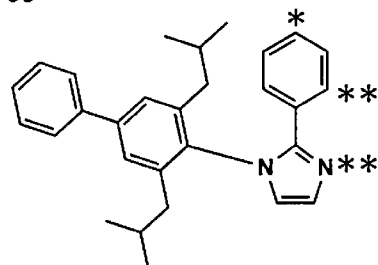
L-61



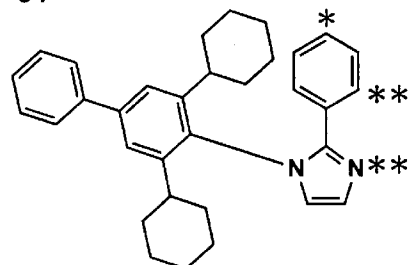
L-62



L-63



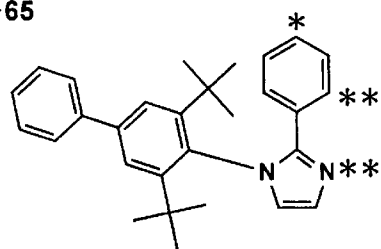
L-64



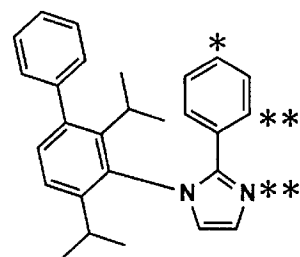
[0070]

[化18]

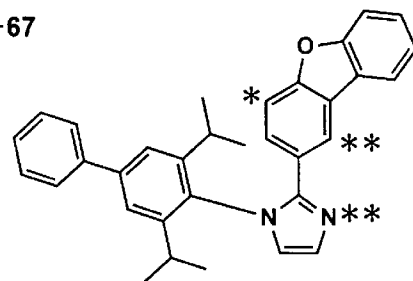
L-65



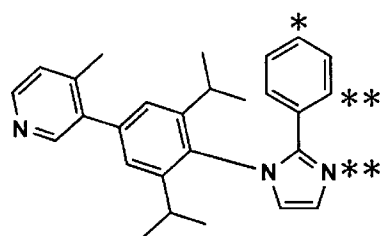
L-66



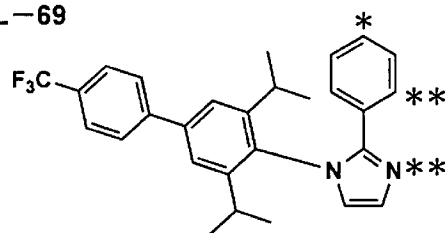
L-67



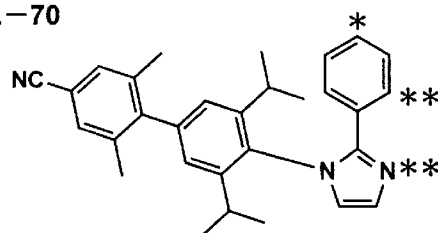
L-68



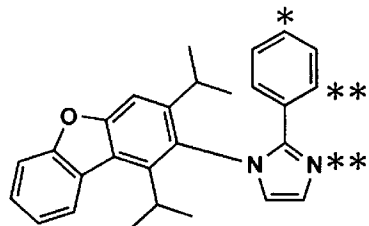
L-69



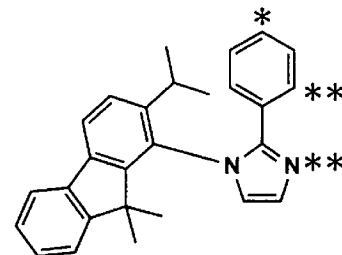
L-70



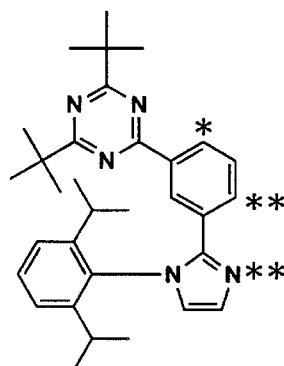
L-73



L-74



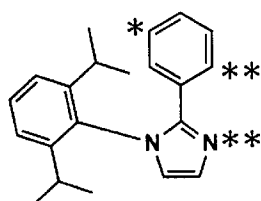
L-75



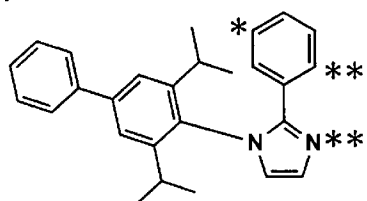
[0071]

[化19]

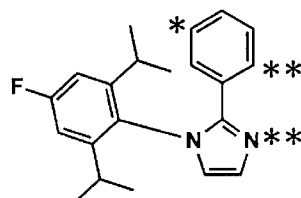
L-76



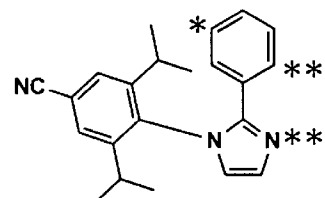
L-77



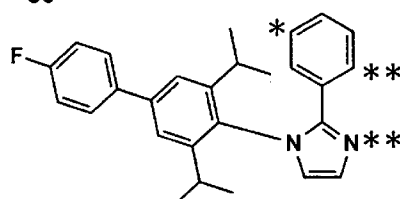
L-78



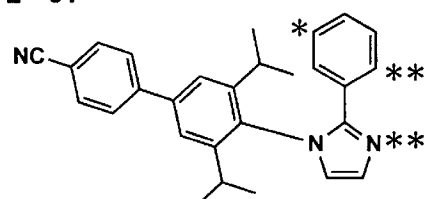
L-79



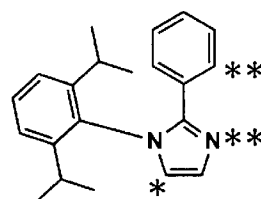
L-80



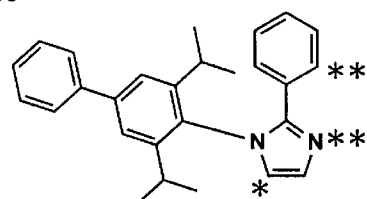
L-81



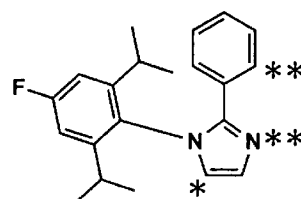
L-82



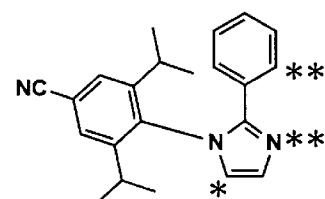
L-83



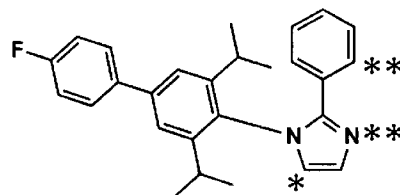
L-84



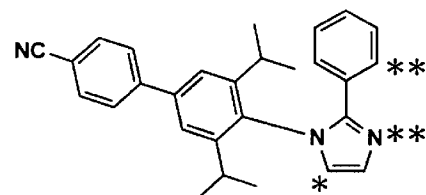
L-85



L-86



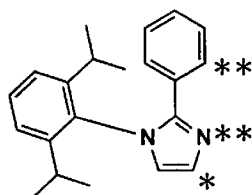
L-87



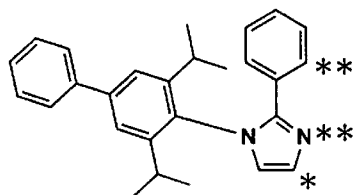
[0072]

[化20]

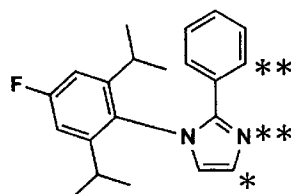
L-88



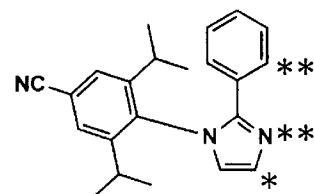
L-89



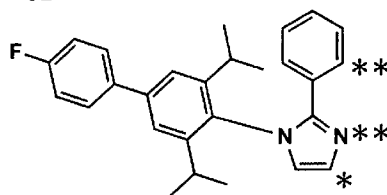
L-90



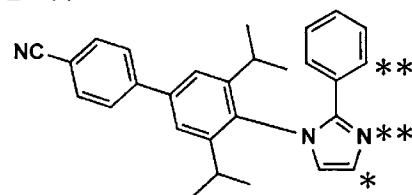
L-91



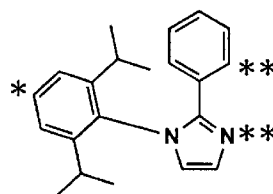
L-92



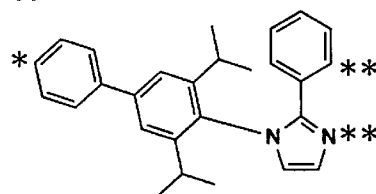
L-93



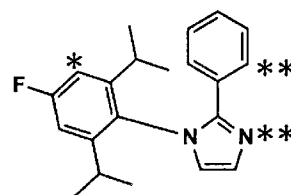
L-94



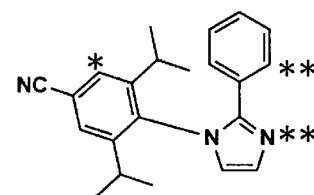
L-95



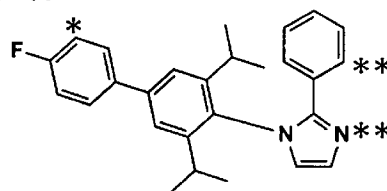
L-96



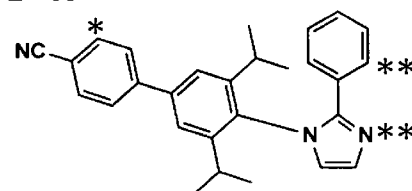
L-97



L-98



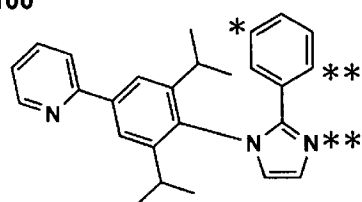
L-99



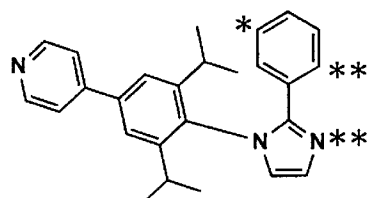
[0073]

[化21]

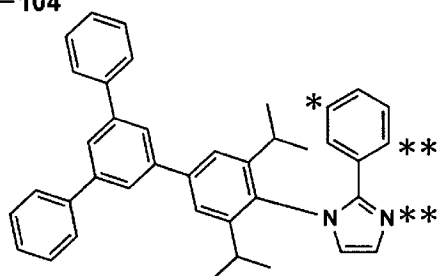
L-100



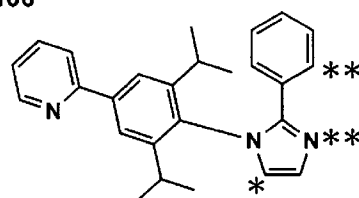
L-102



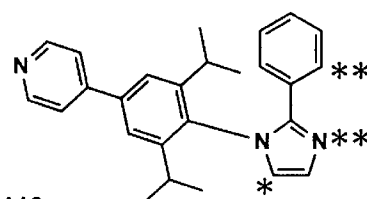
L-104



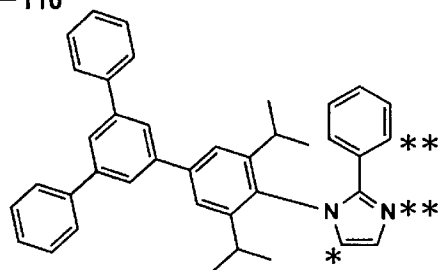
L-106



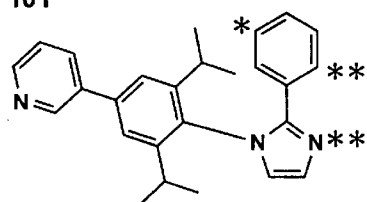
L-108



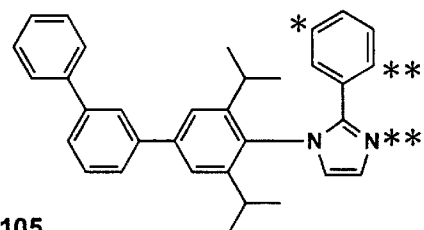
L-110



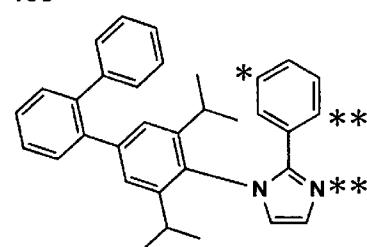
L-101



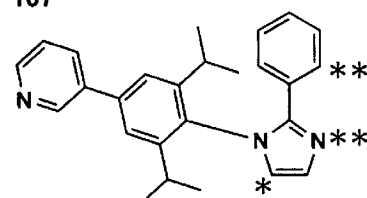
L-103



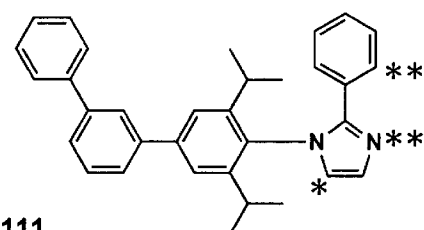
L-105



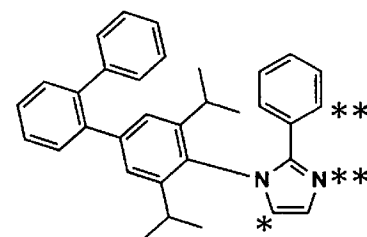
L-107



L-109



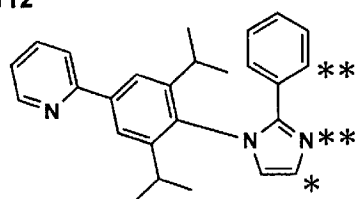
L-111



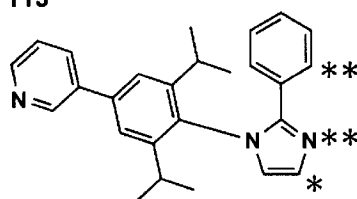
[0074]

[化22]

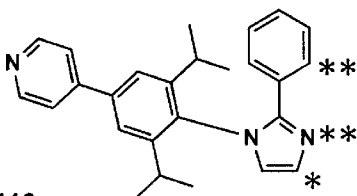
L-112



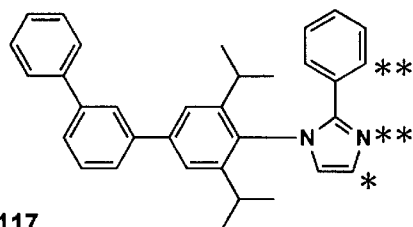
L-113



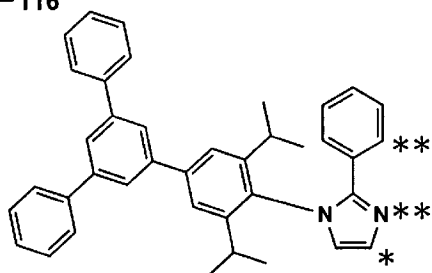
L-114



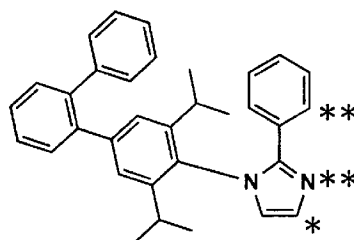
L-115



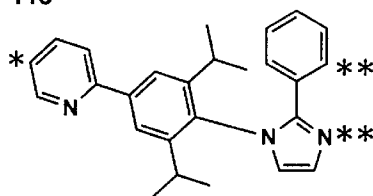
L-116



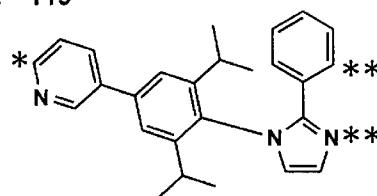
L-117



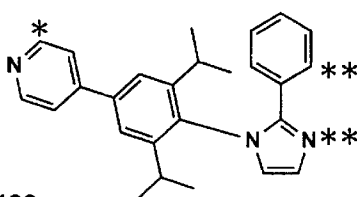
L-118



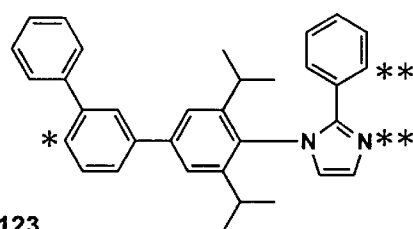
L-119



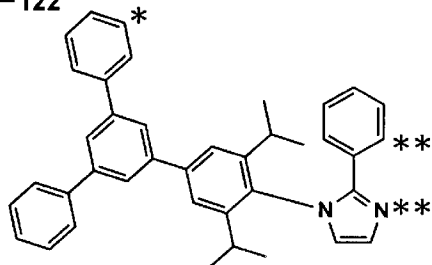
L-120



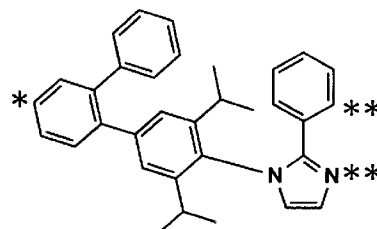
L-121



L-122



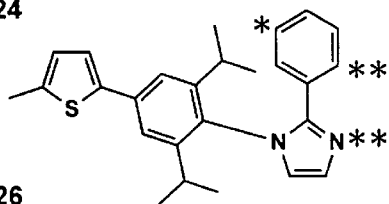
L-123



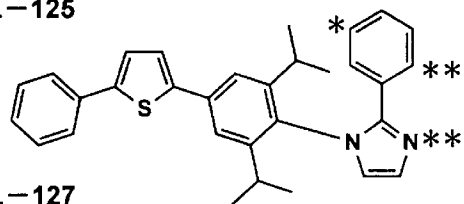
[0075]

[化23]

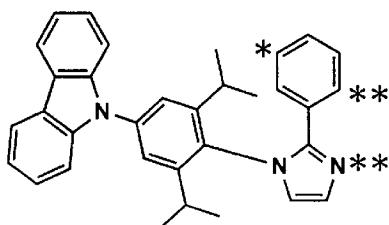
L-124



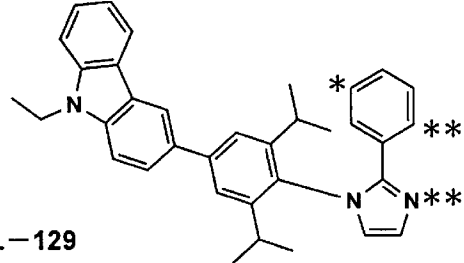
L-125



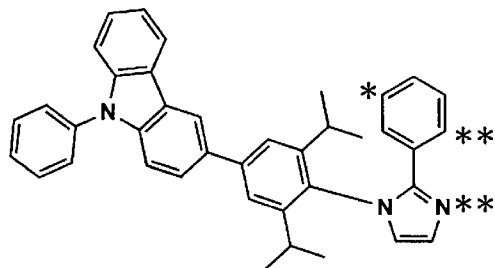
L-126



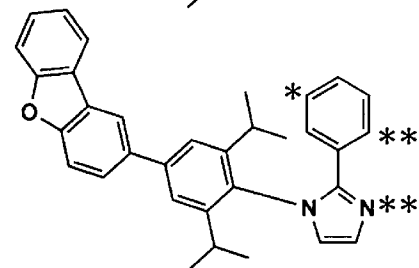
L-127



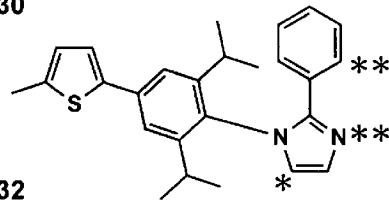
L-128



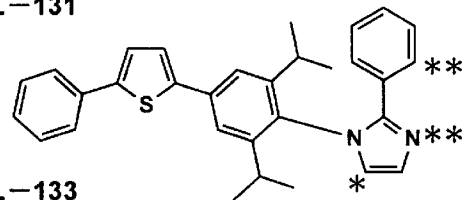
L-129



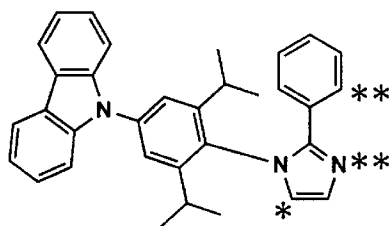
L-130



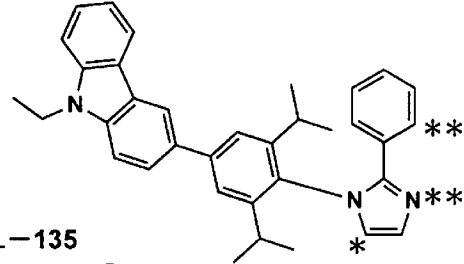
L-131



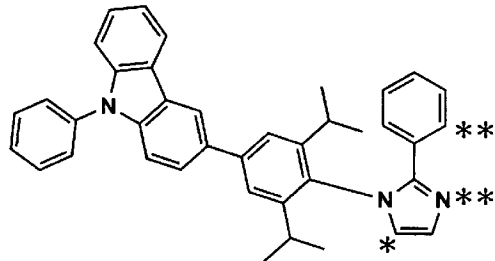
L-132



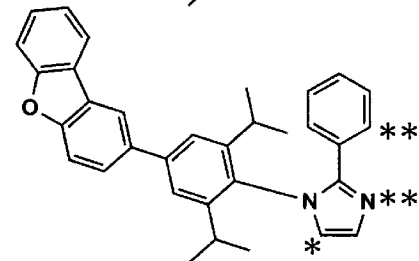
L-133



L-134

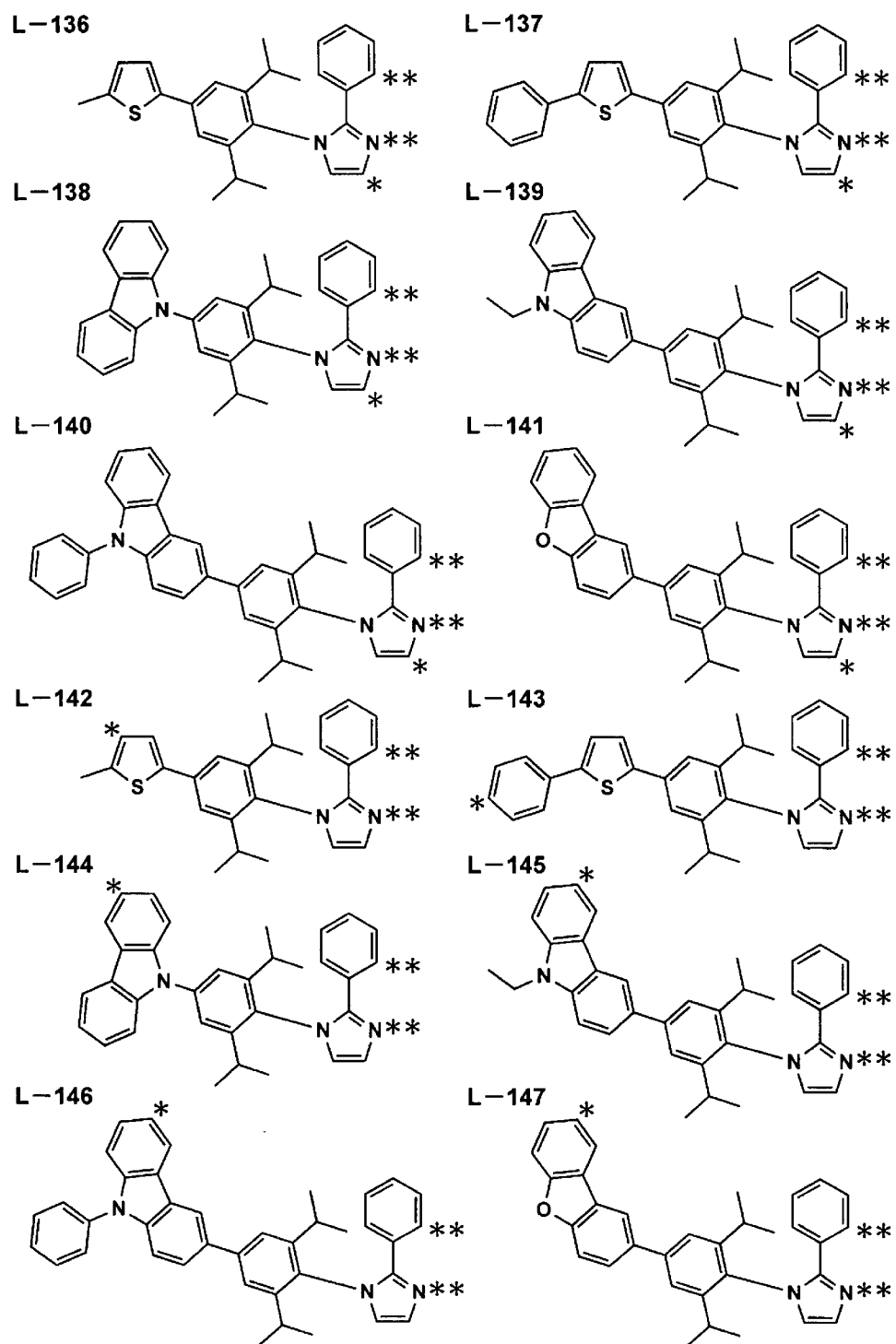


L-135



[0076]

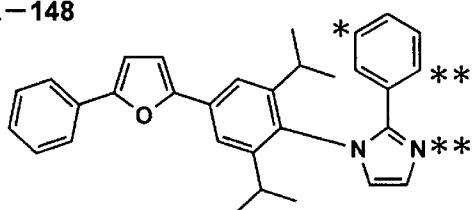
[化24]



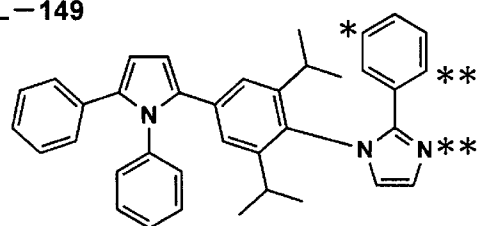
[0077]

[化25]

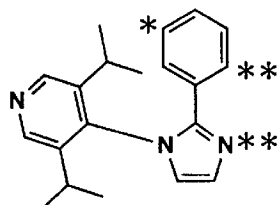
L-148



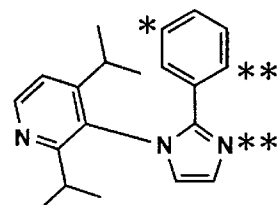
L-149



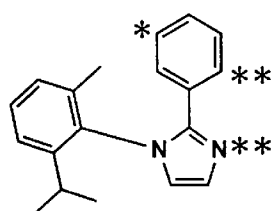
L-150



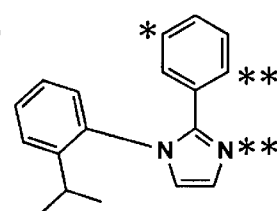
L-151



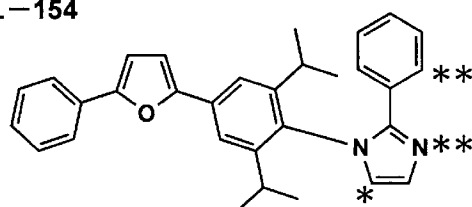
L-152



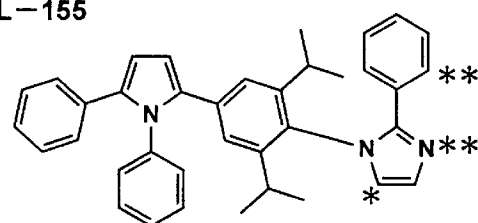
L-153



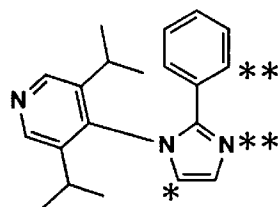
L-154



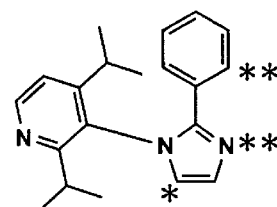
L-155



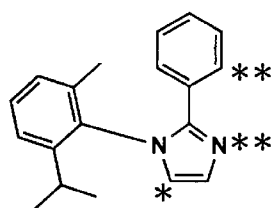
L-156



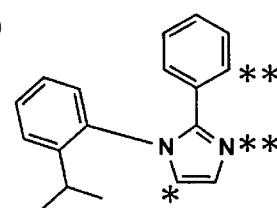
L-157



L-158



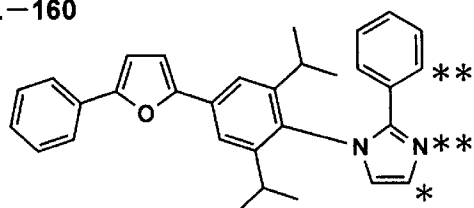
L-159



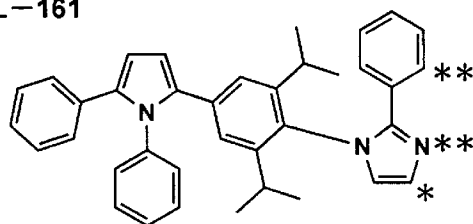
[0078]

[化26]

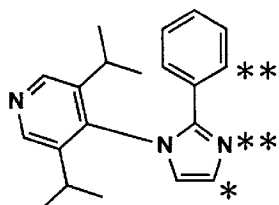
L-160



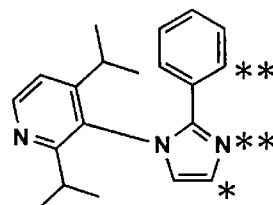
L-161



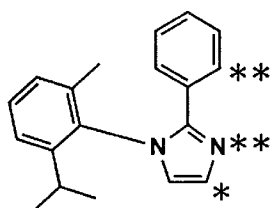
L-162



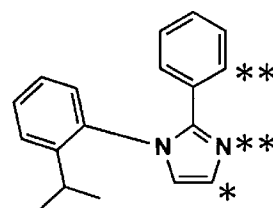
L-163



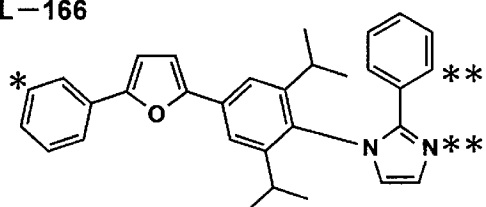
L-164



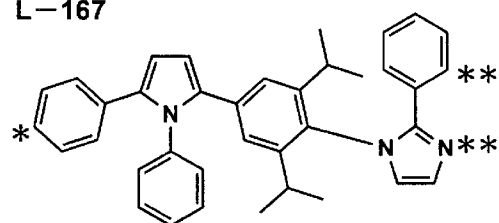
L-165



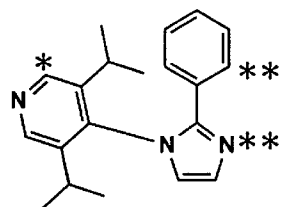
L-166



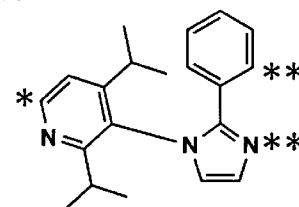
L-167



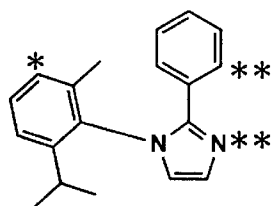
L-168



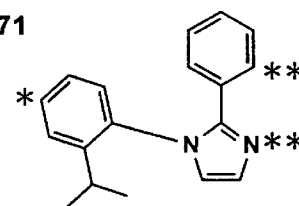
L-169



L-170



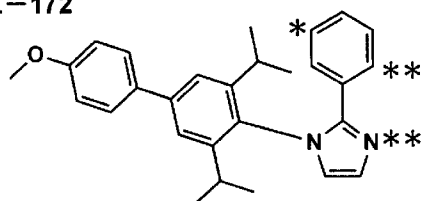
L-171



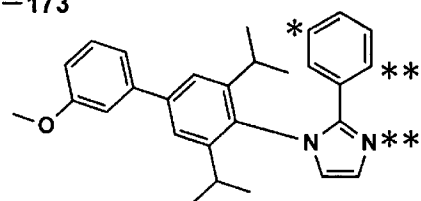
[0079]

[化27]

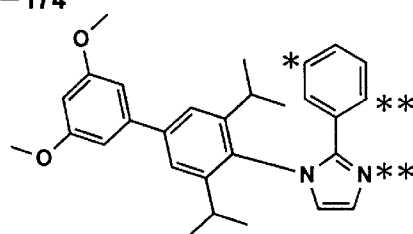
L-172



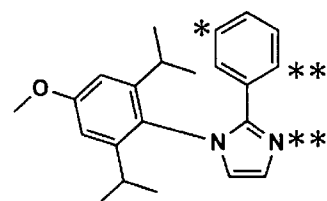
L-173



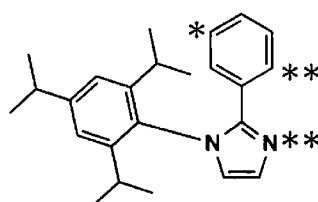
L-174



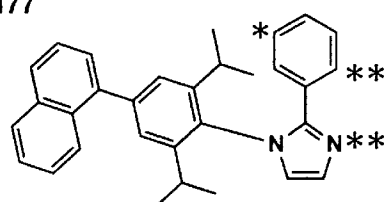
L-175



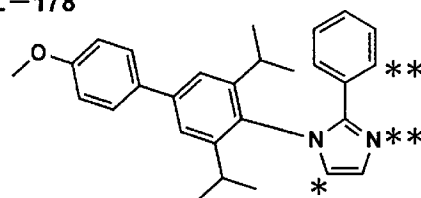
L-176



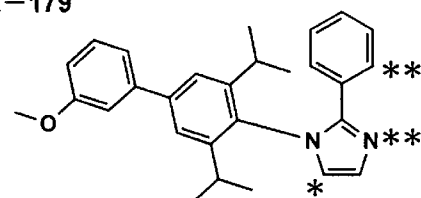
L-177



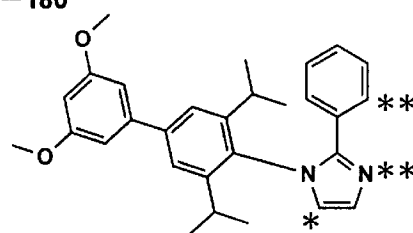
L-178



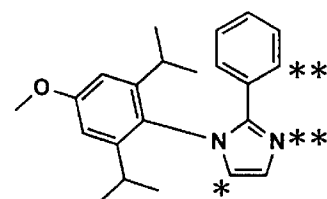
L-179



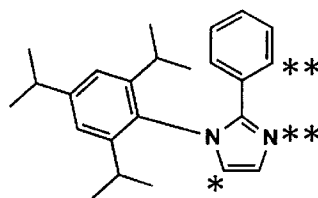
L-180



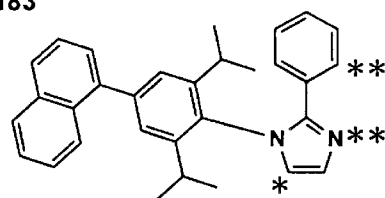
L-181



L-182



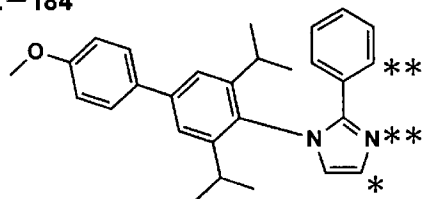
L-183



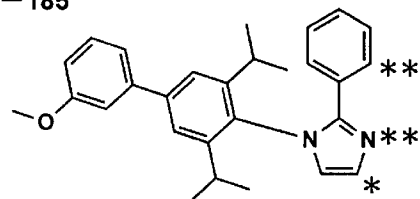
[0080]

[化28]

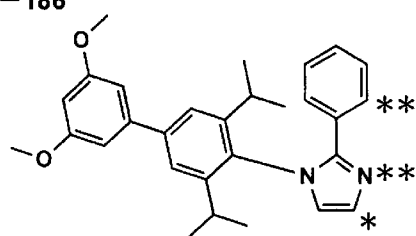
L-184



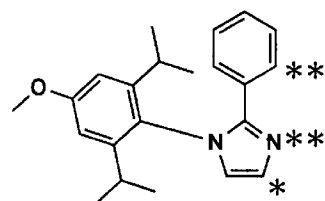
L-185



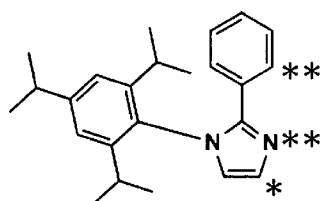
L-186



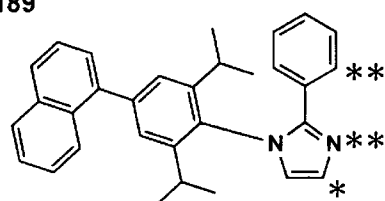
L-187



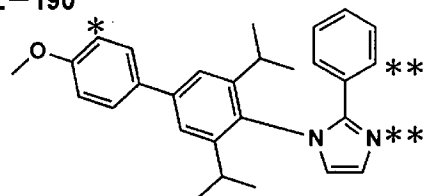
L-188



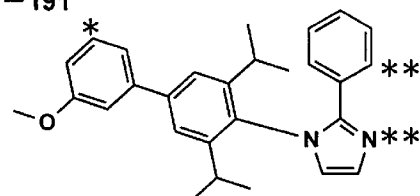
L-189



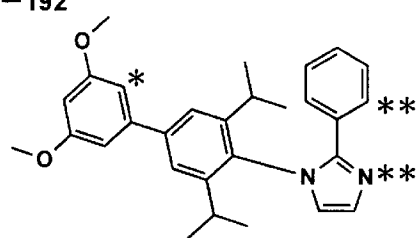
L-190



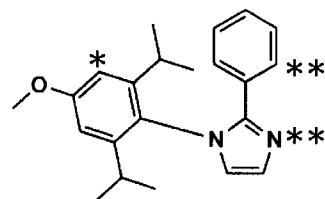
L-191



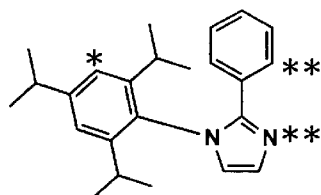
L-192



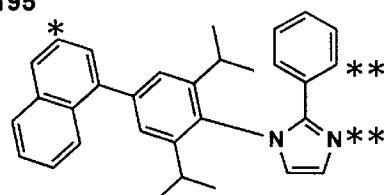
L-193



L-194



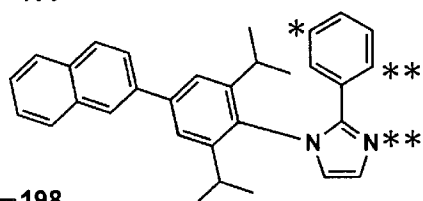
L-195



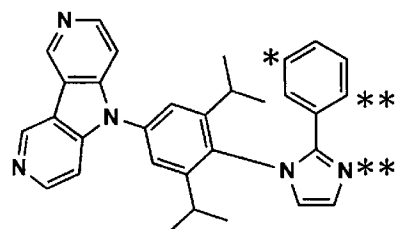
[0081]

[化29]

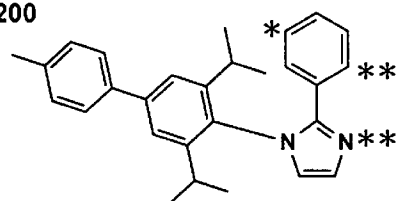
L-196



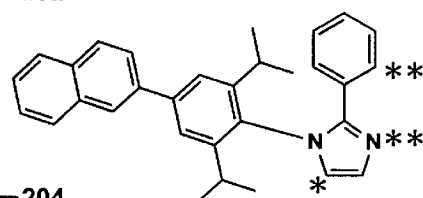
L-198



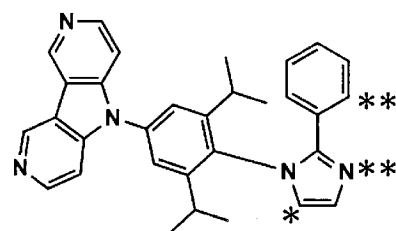
L-200



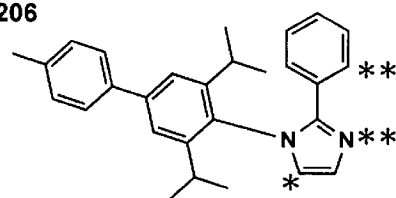
L-202



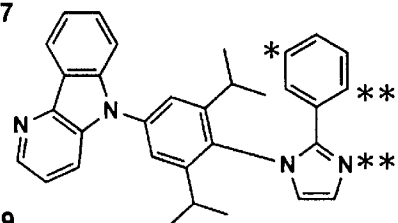
L-204



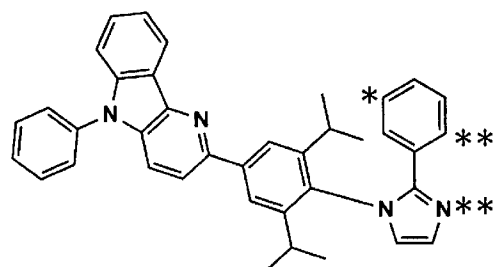
L-206



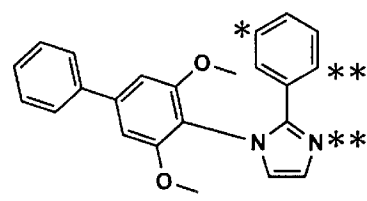
L-197



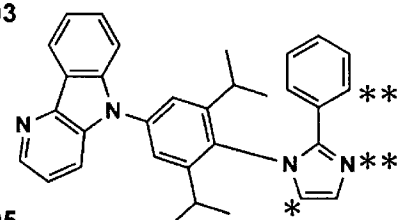
L-199



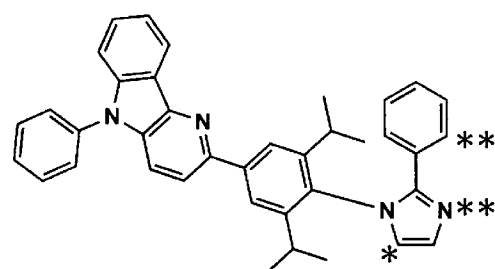
L-201



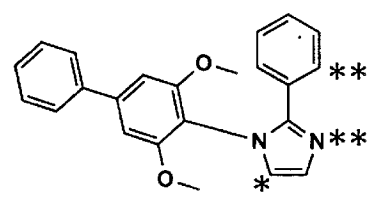
L-203



L-205



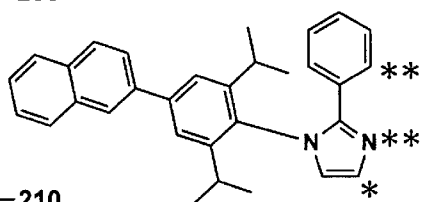
L-207



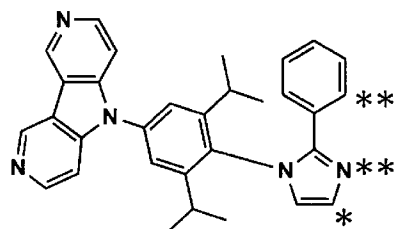
[0082]

[化30]

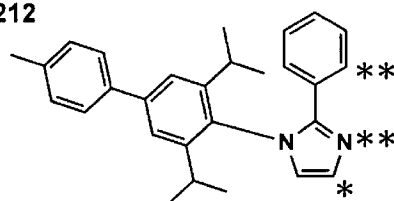
L-208



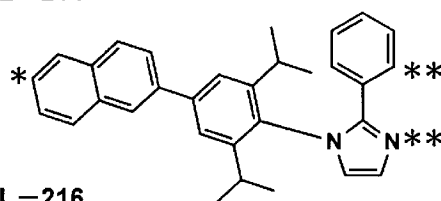
L-210



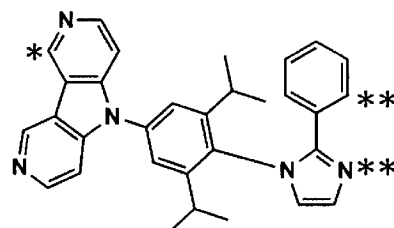
L-212



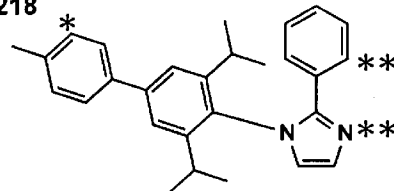
L-214



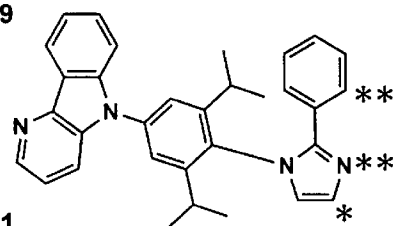
L-216



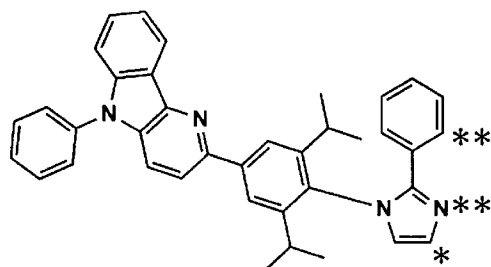
L-218



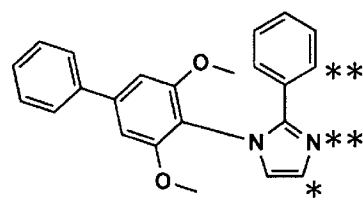
L-209



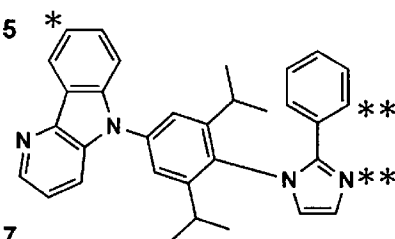
L-211



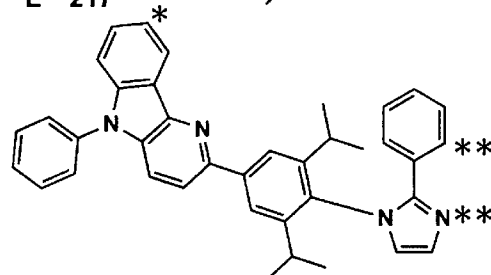
L-213



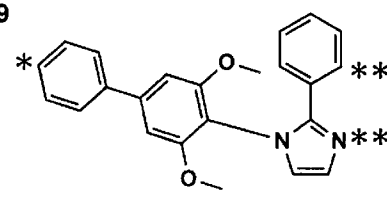
L-215



L-217



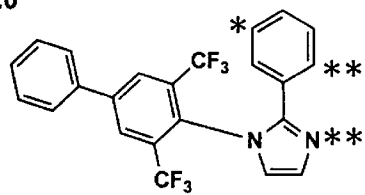
L-219



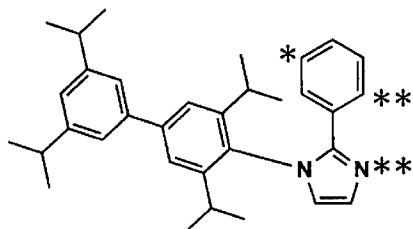
[0083]

[化31]

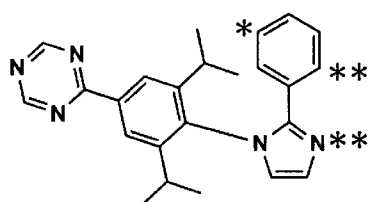
L-220



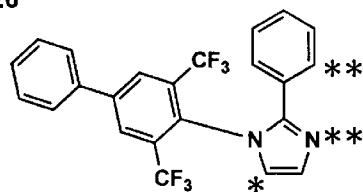
L-222



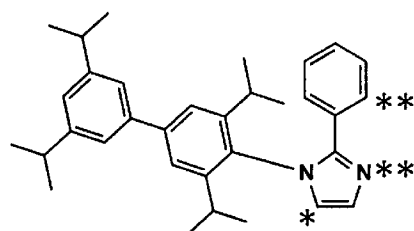
L-224



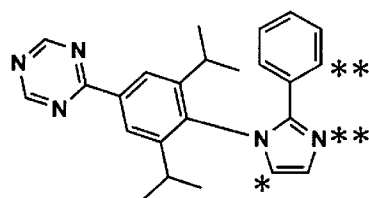
L-226



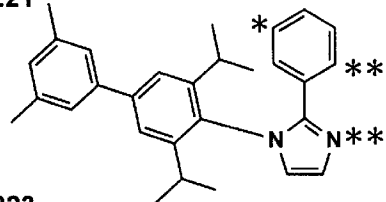
L-228



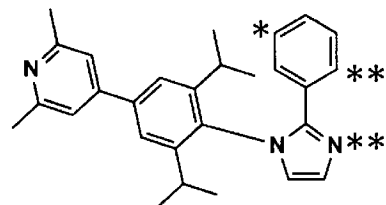
L-230



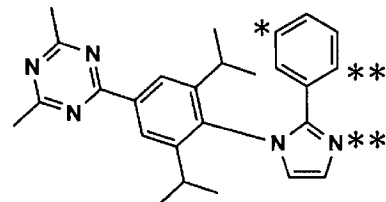
L-221



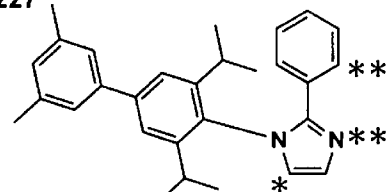
L-223



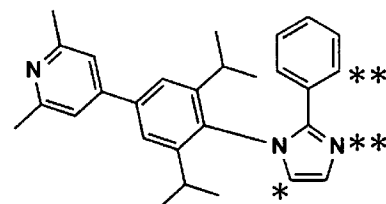
L-225



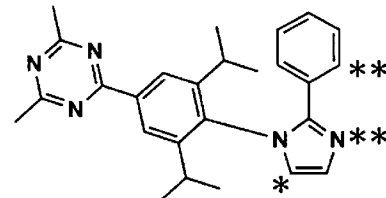
L-227



L-229



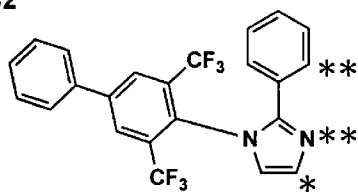
L-231



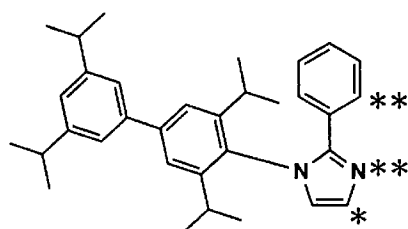
[0084]

[化32]

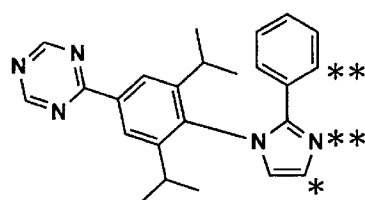
L-232



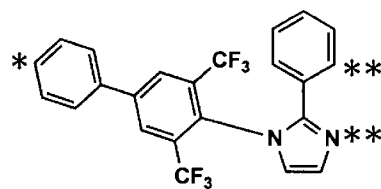
L-234



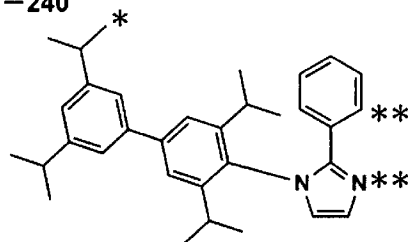
L-236



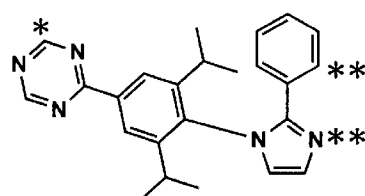
L-238



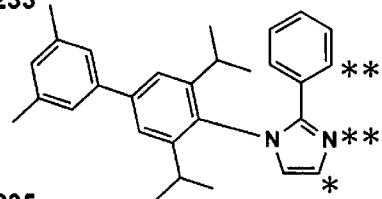
L-240



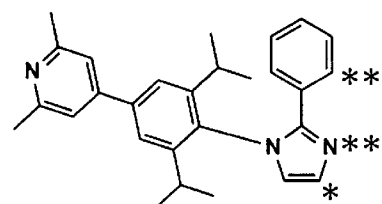
L-242



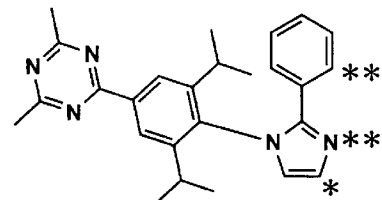
L-233



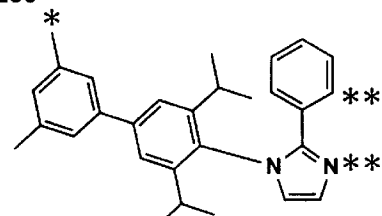
L-235



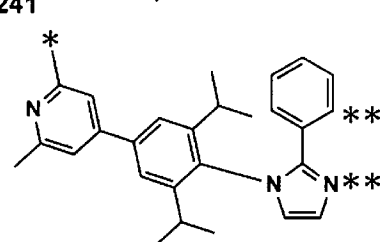
L-237



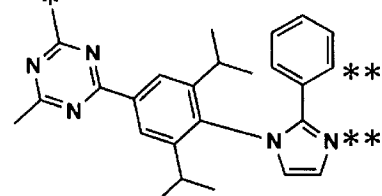
L-239



L-241



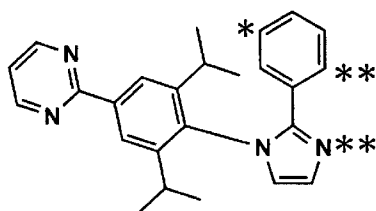
L-243



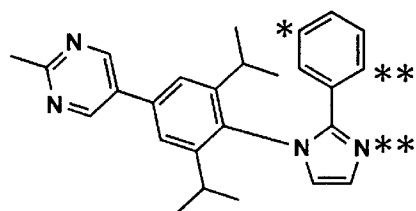
[0085]

[化33]

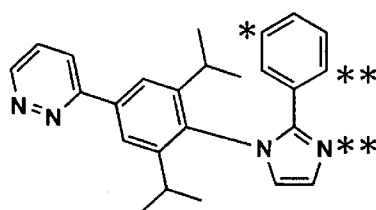
L-244



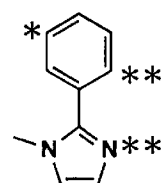
L-245



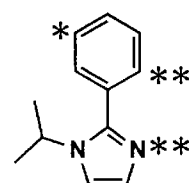
L-246



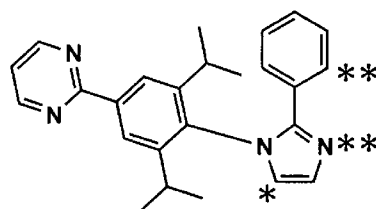
L-247



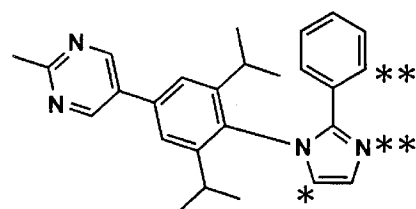
L-248



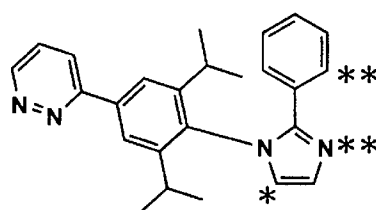
L-249



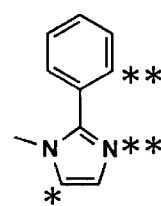
L-250



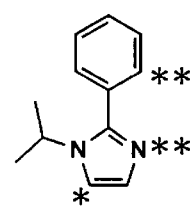
L-251



L-252



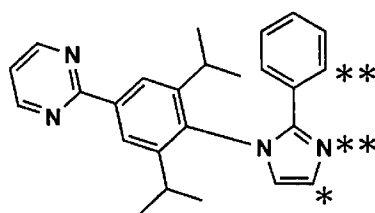
L-253



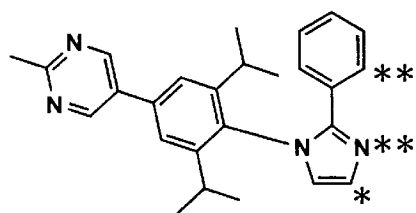
[0086]

[化34]

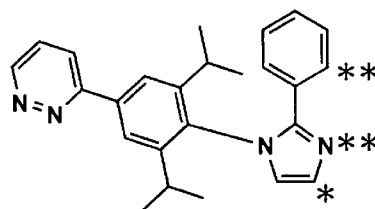
L-254



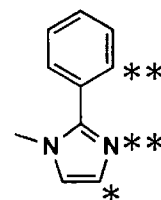
L-255



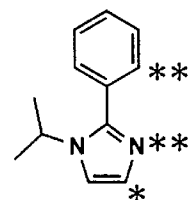
L-256



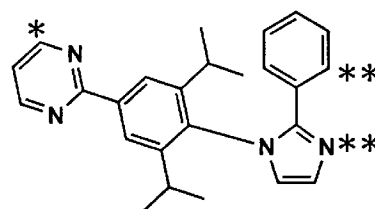
L-257



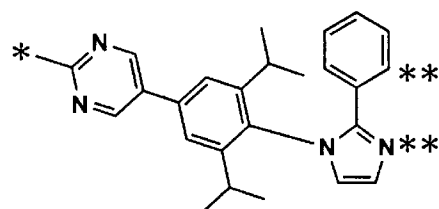
L-258



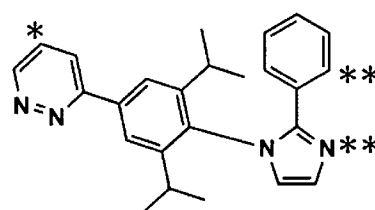
L-259



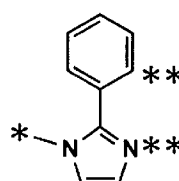
L-260



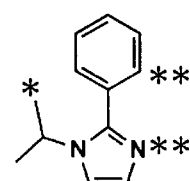
L-261



L-262



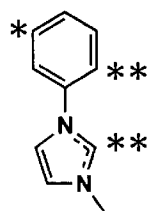
L-263



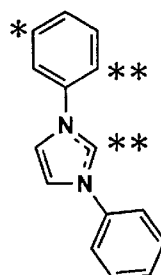
[0087]

[化35]

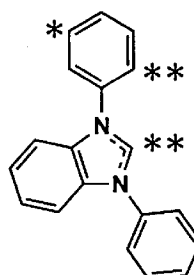
L-264



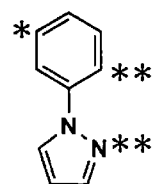
L-265



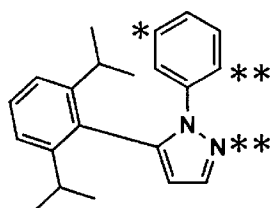
L-266



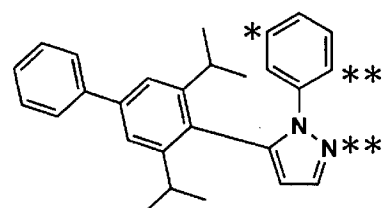
L-267



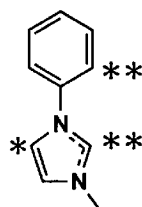
L-268



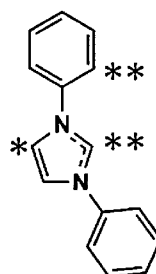
L-269



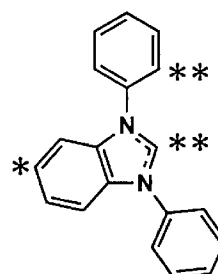
L-270



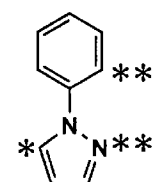
L-271



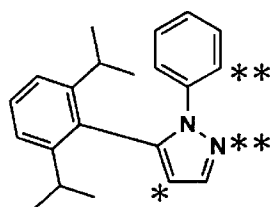
L-272



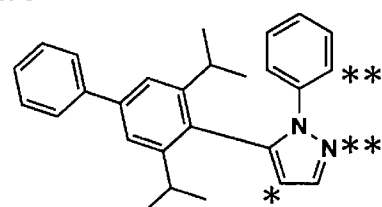
L-273



L-274



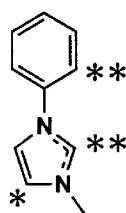
L-275



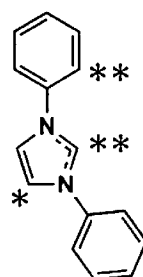
[0088]

[化36]

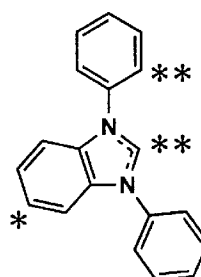
L-276



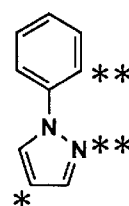
L-277



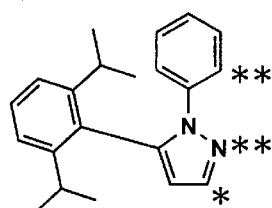
L-278



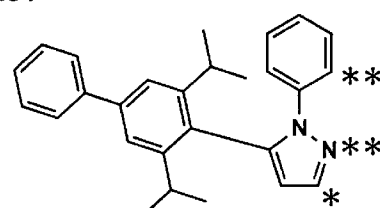
L-279



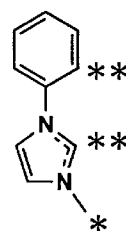
L-280



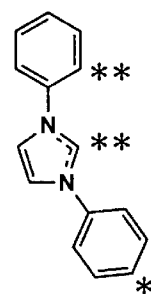
L-281



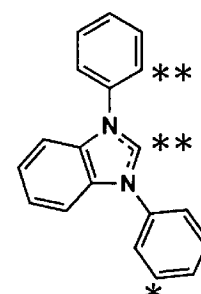
L-282



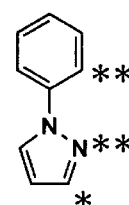
L-283



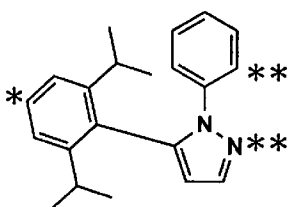
L-284



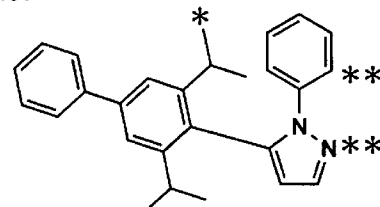
L-285



L-286



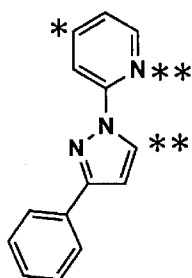
L-287



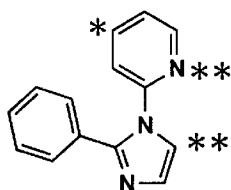
[0089]

[化37]

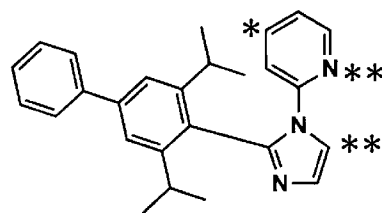
L-288



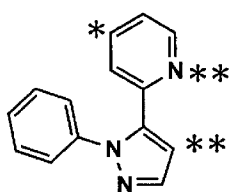
L-289



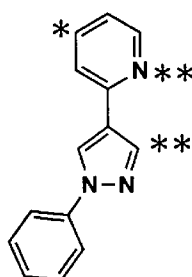
L-290



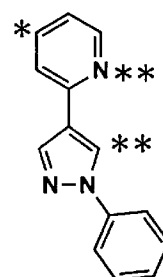
L-291



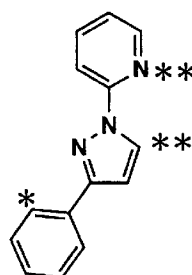
L-292



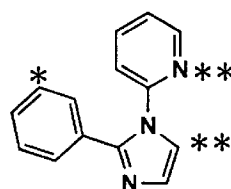
L-293



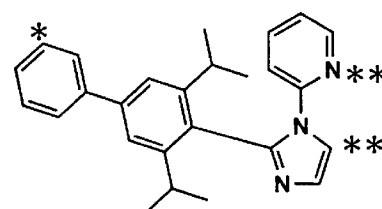
L-294



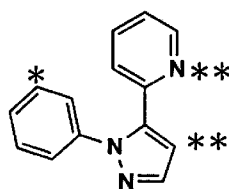
L-295



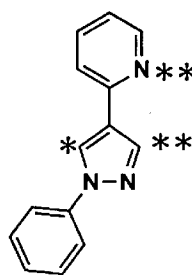
L-296



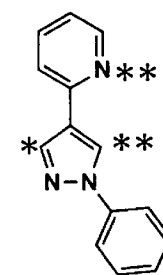
L-297



L-298



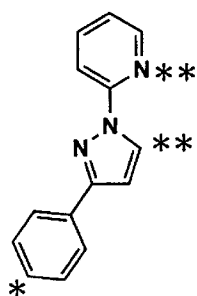
L-299



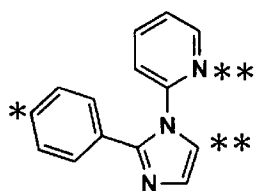
[0090]

[化38]

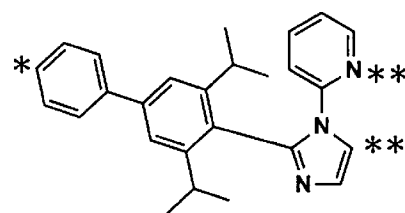
L-300



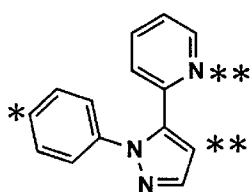
L-301



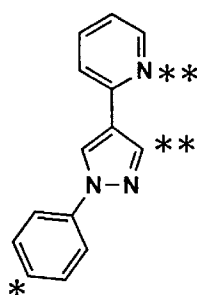
L-302



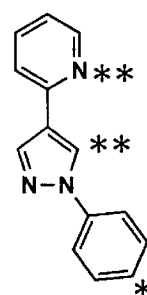
L-303



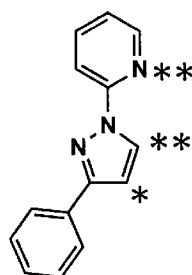
L-304



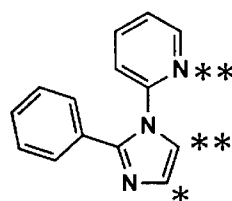
L-305



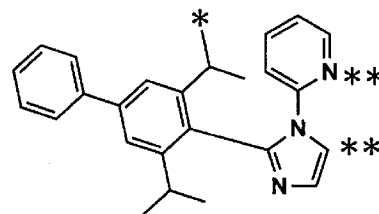
L-306



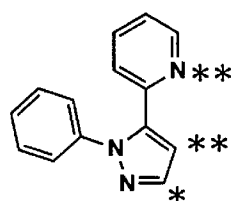
L-307



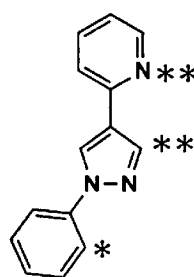
L-308



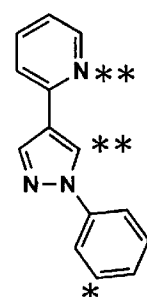
L-309



L-310



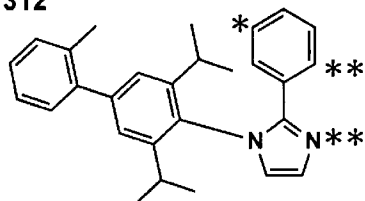
L-311



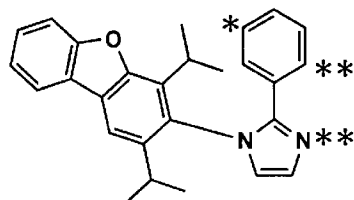
[0091]

[化39]

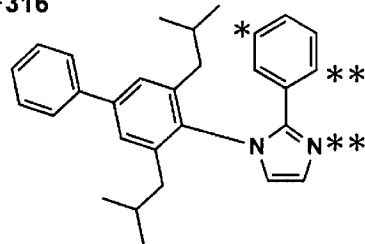
L-312



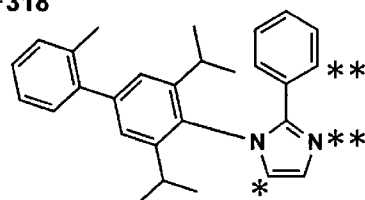
L-314



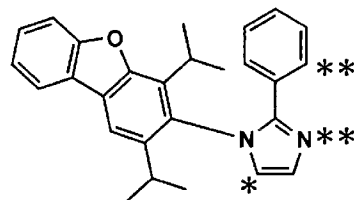
L-316



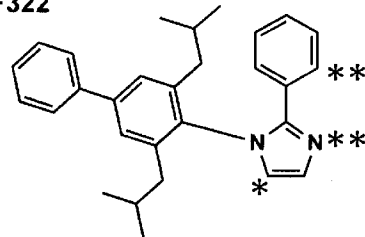
L-318



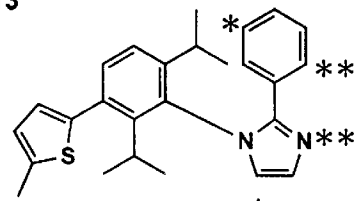
L-320



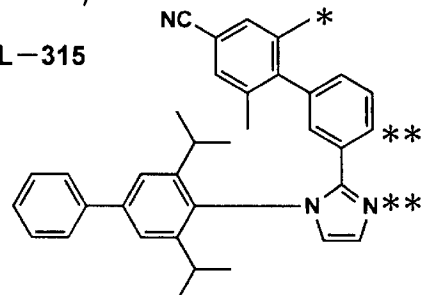
L-322



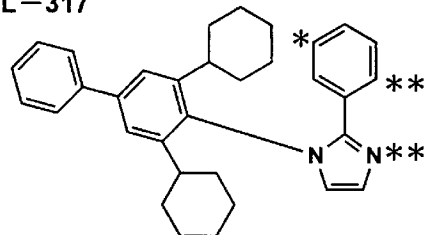
L-313



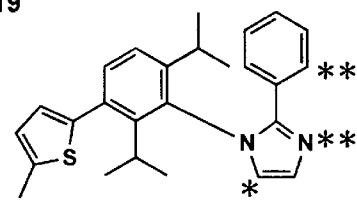
L-315



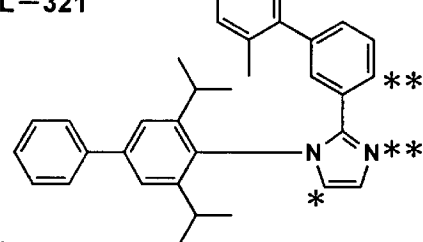
L-317



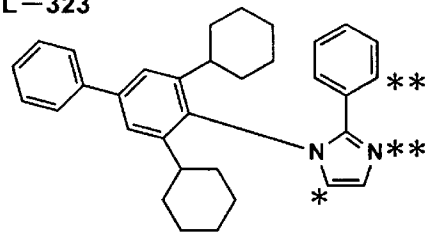
L-319



L-321



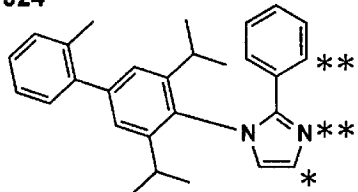
L-323



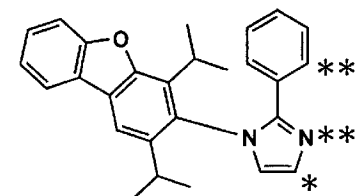
[0092]

[化40]

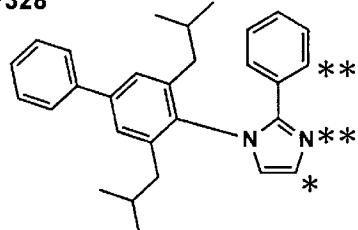
L-324



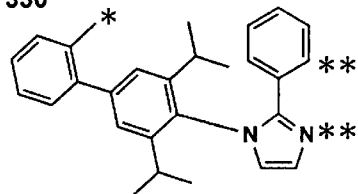
L-326



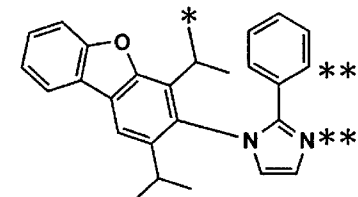
L-328



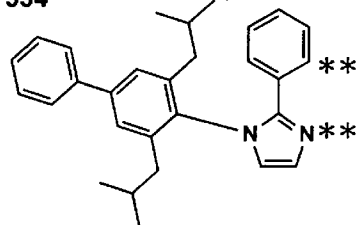
L-330



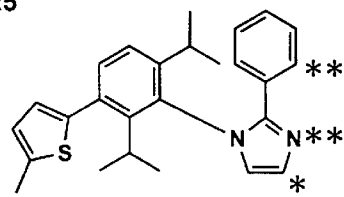
L-332



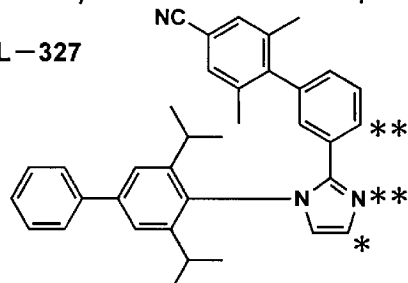
L-334



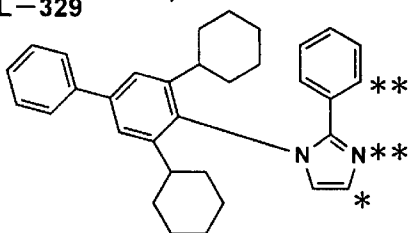
L-325



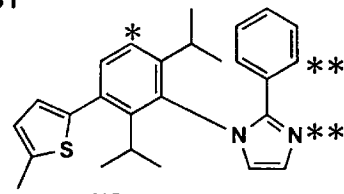
L-327



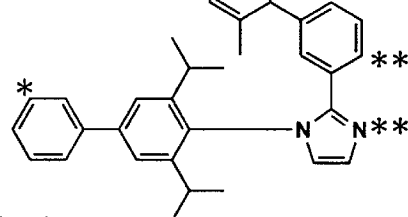
L-329



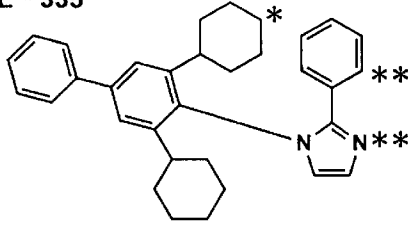
L-331



L-333



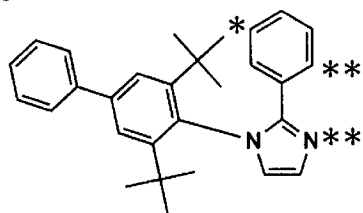
L-335



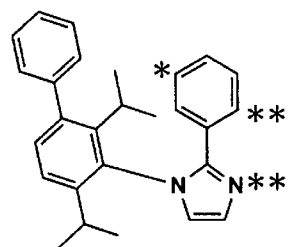
[0093]

[化41]

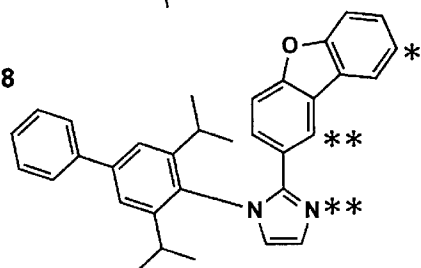
L-336



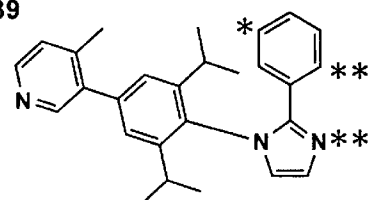
L-337



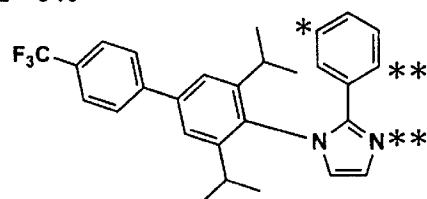
L-338



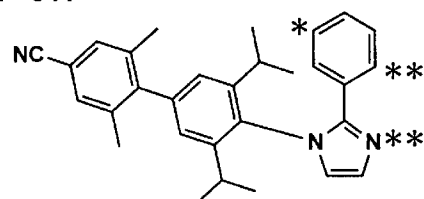
L-339



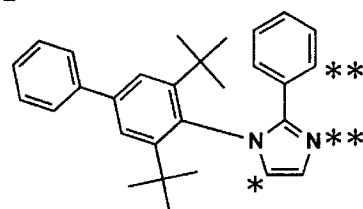
L-340



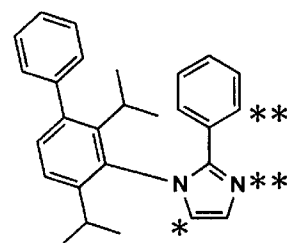
L-341



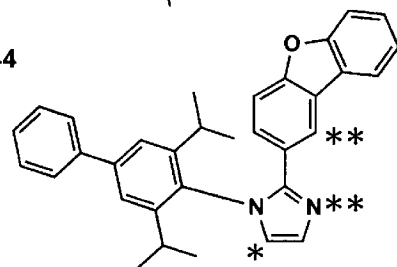
L-342



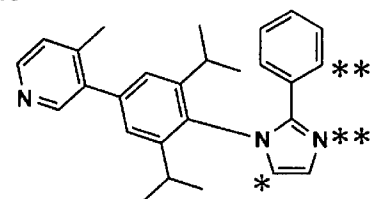
L-343



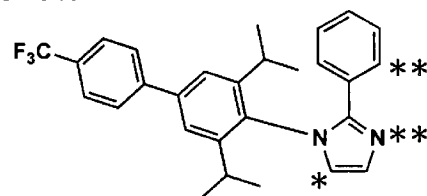
L-344



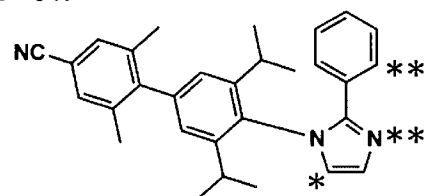
L-345



L-346



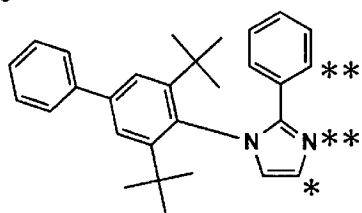
L-347



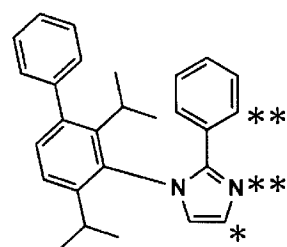
[0094]

[化42]

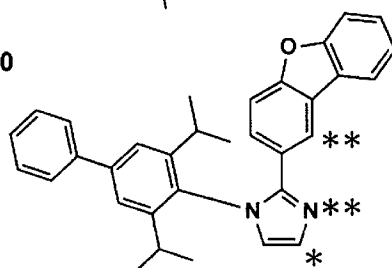
L-348



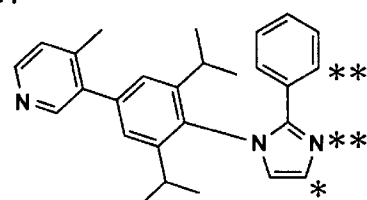
L-349



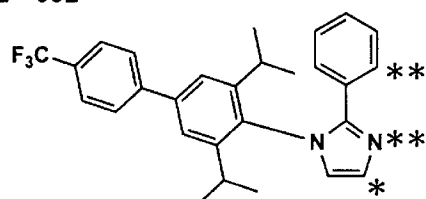
L-350



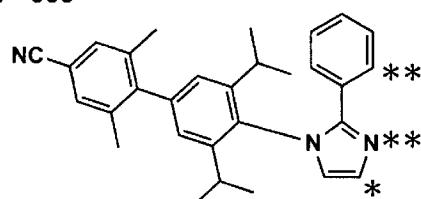
L-351



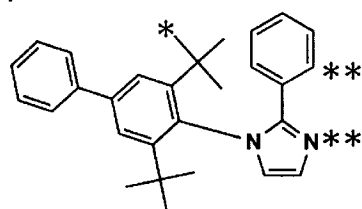
L-352



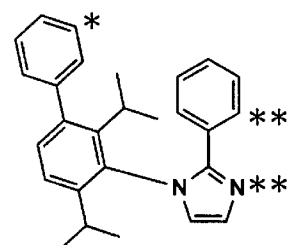
L-353



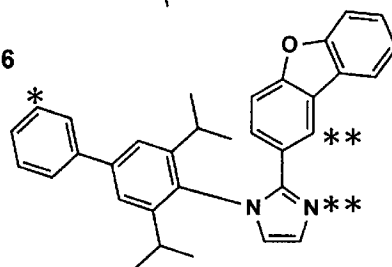
L-354



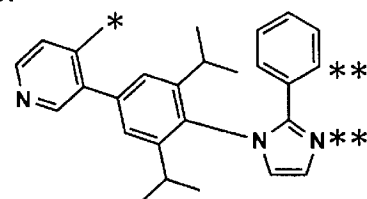
L-355



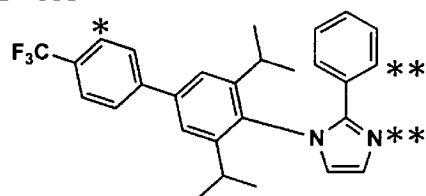
L-356



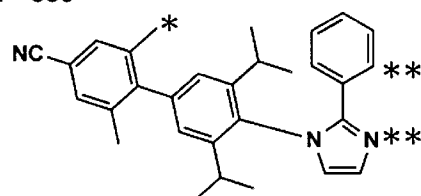
L-357



L-358



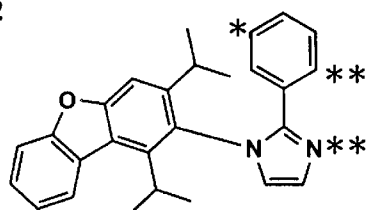
L-359



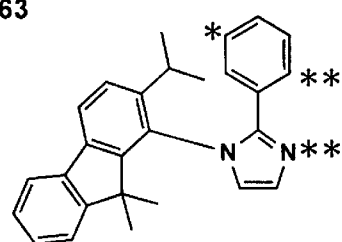
[0095]

[化43]

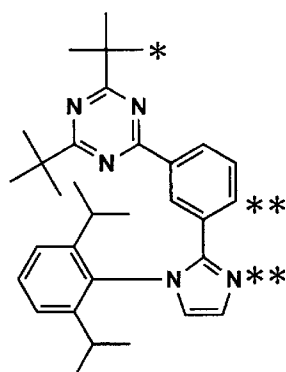
L-362



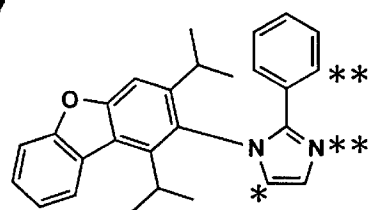
L-363



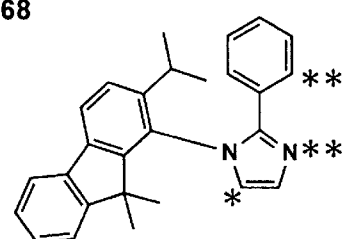
L-364



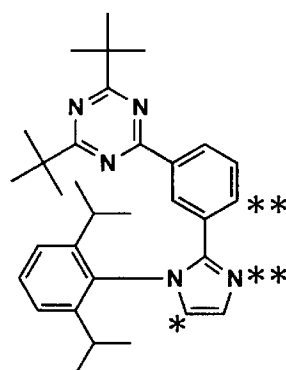
L-367



L-368



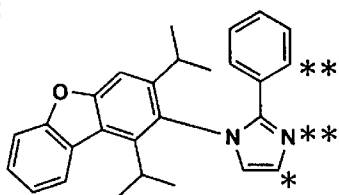
L-369



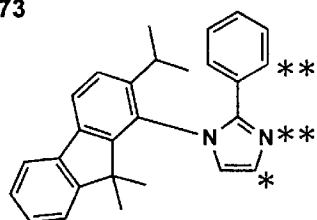
[0096]

[化44]

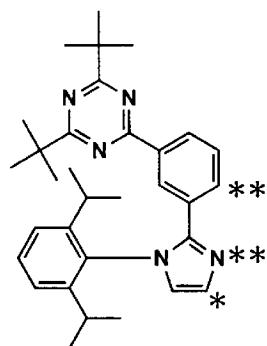
L-372



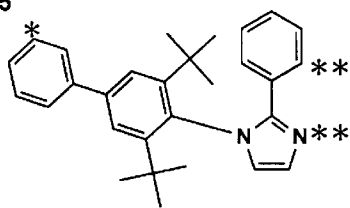
L-373



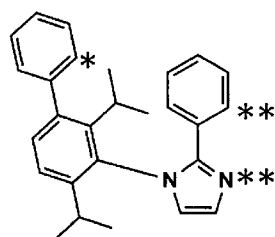
L-374



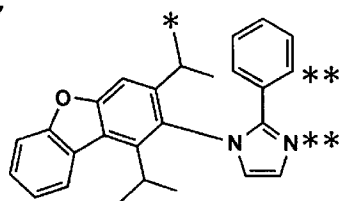
L-375



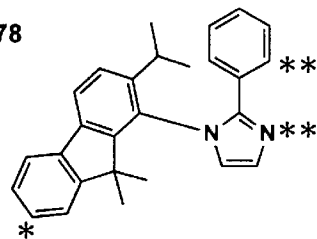
L-376



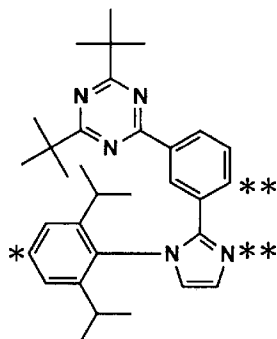
L-377



L-378



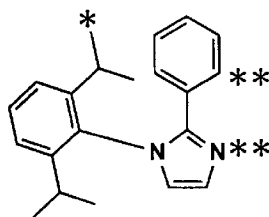
L-379



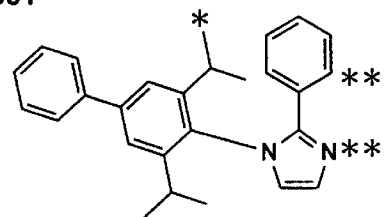
[0097]

[化45]

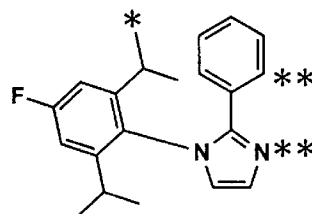
L-380



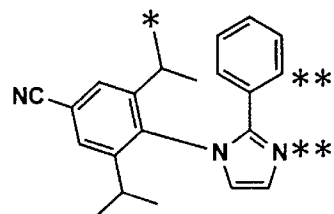
L-381



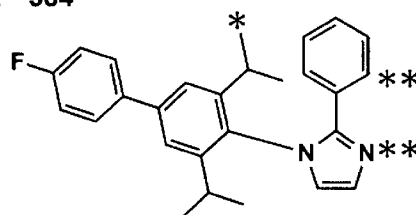
L-382



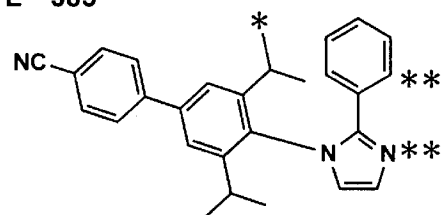
L-383



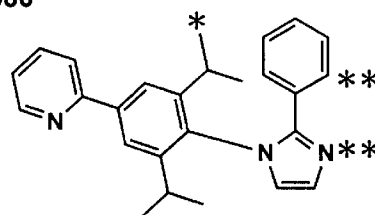
L-384



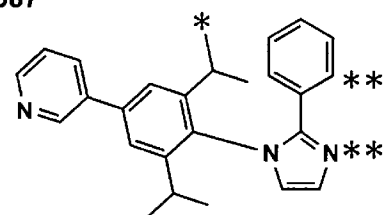
L-385



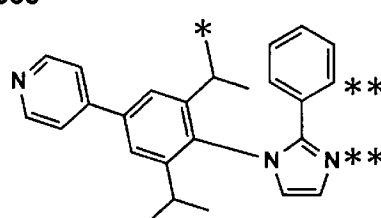
L-386



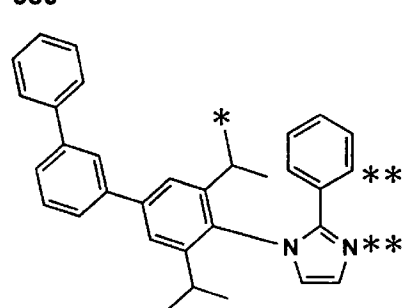
L-387



L-388



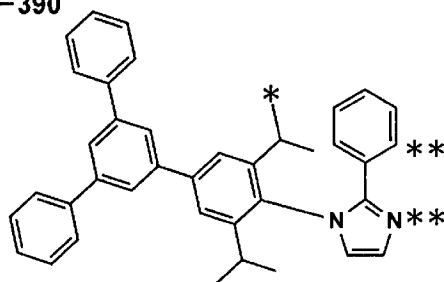
L-389



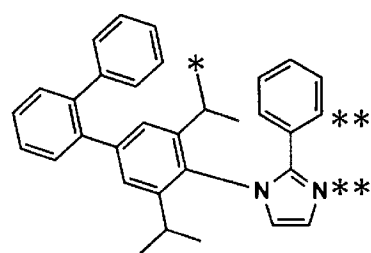
[0098]

[化46]

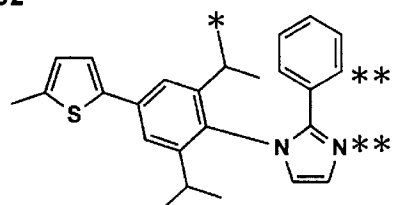
L-390



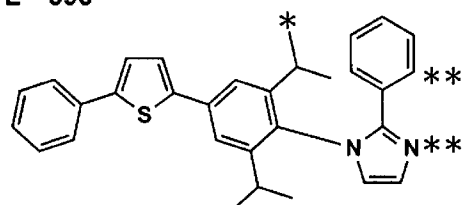
L-391



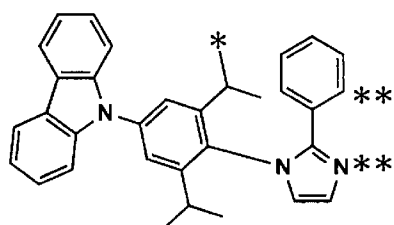
L-392



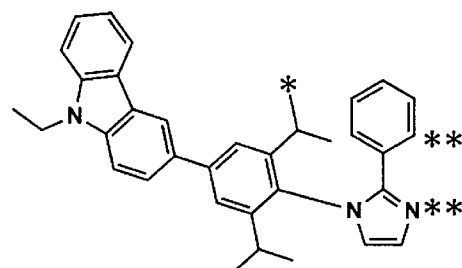
L-393



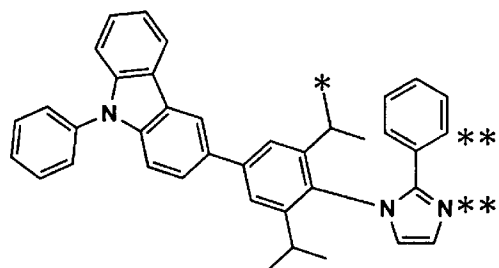
L-394



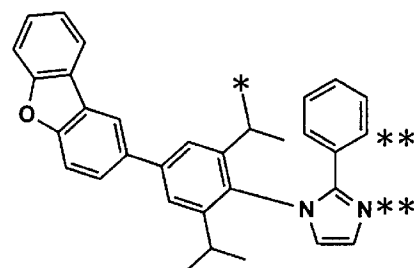
L-395



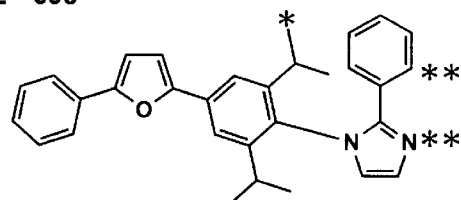
L-396



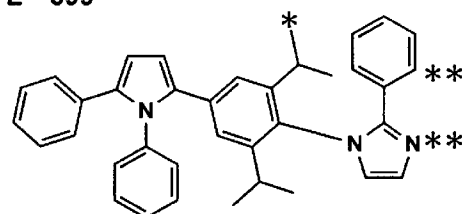
L-397



L-398



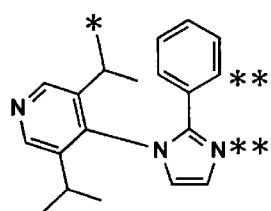
L-399



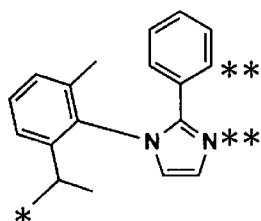
[0099]

[化47]

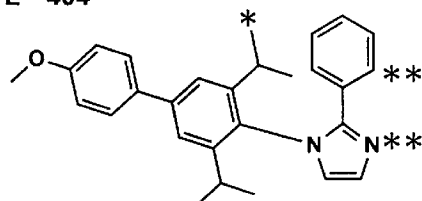
L-400



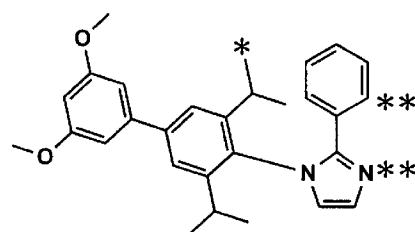
L-402



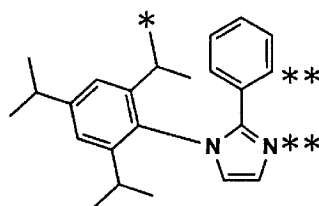
L-404



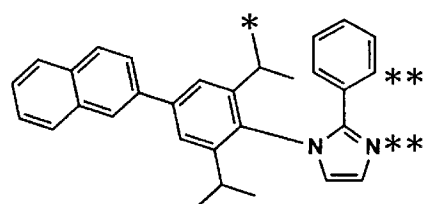
L-406



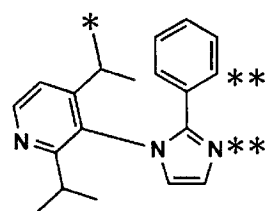
L-408



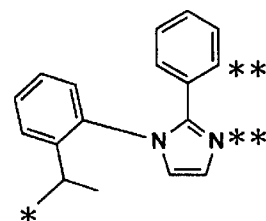
L-410



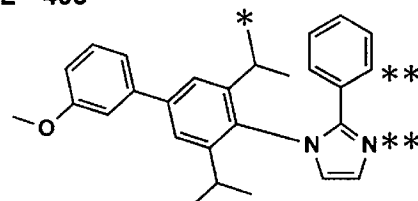
L-401



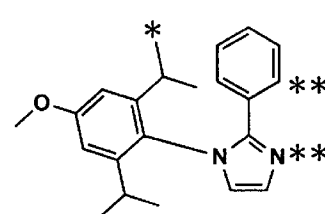
L-403



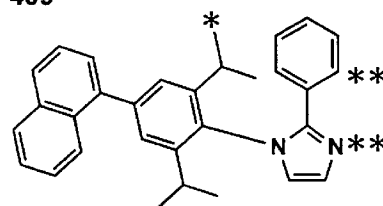
L-405



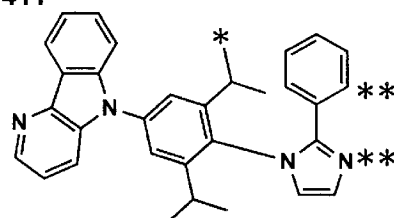
L-407



L-409



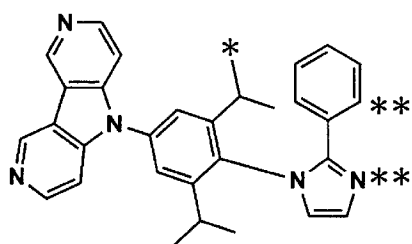
L-411



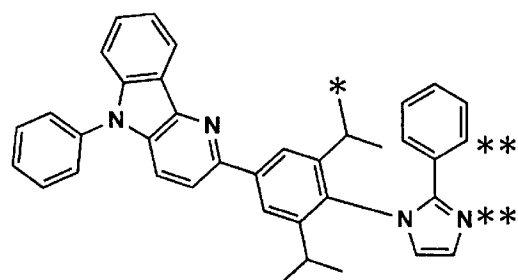
[0100]

[化48]

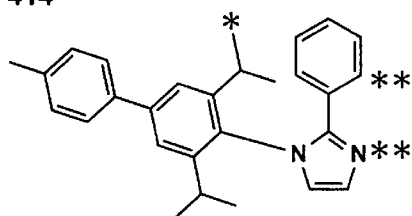
L-412



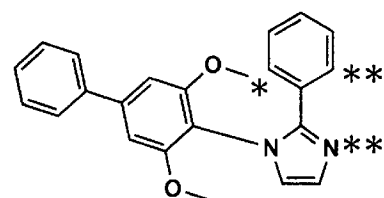
L-413



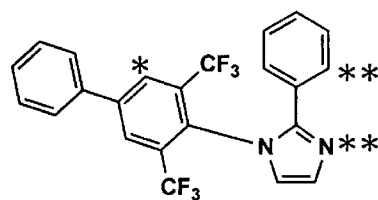
L-414



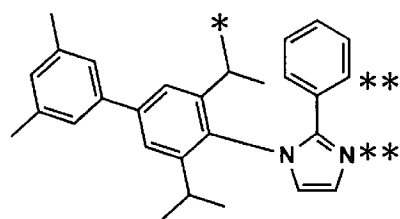
L-415



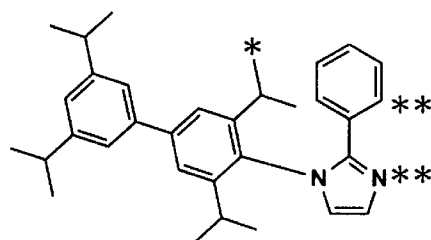
L-416



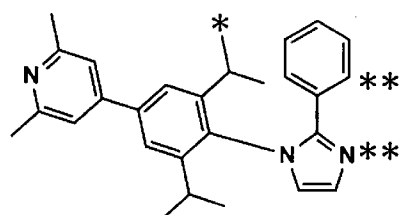
L-417



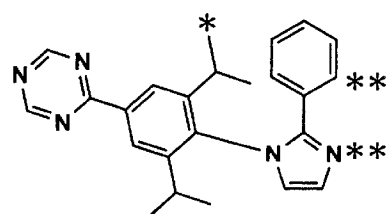
L-418



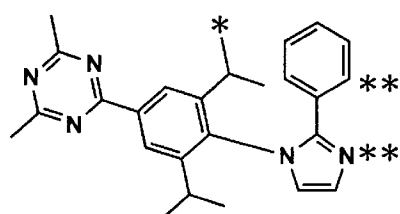
L-419



L-420



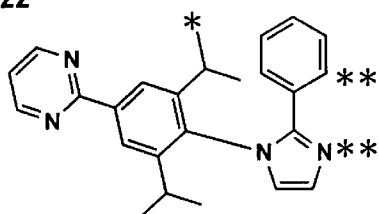
L-421



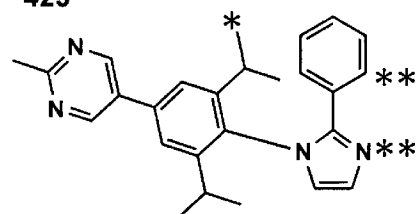
[0101]

[化49]

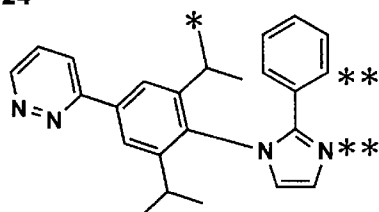
L-422



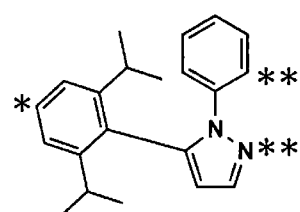
L-423



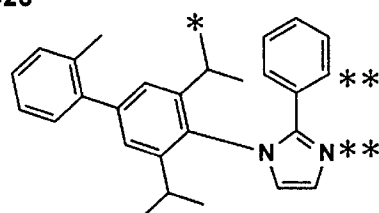
L-424



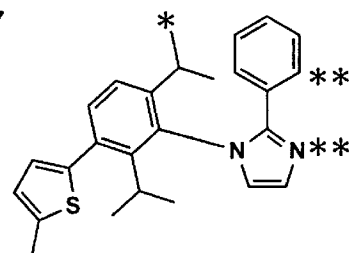
L-425



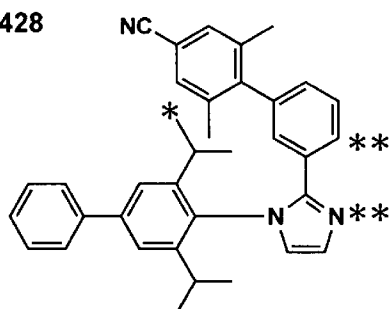
L-426



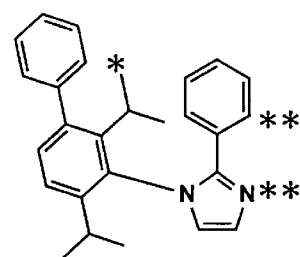
L-427



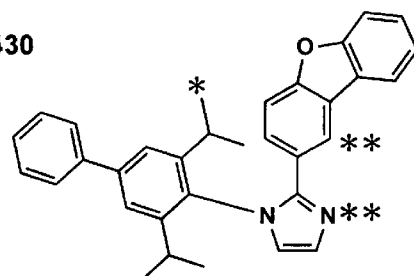
L-428



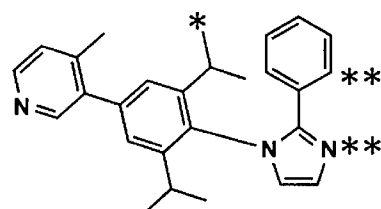
L-429



L-430



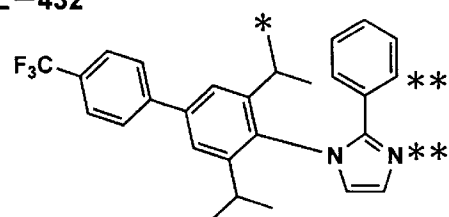
L-431



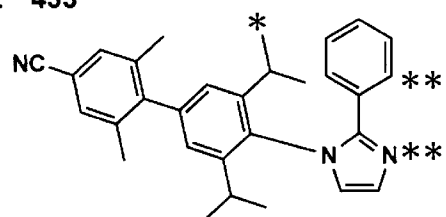
[0102]

[化50]

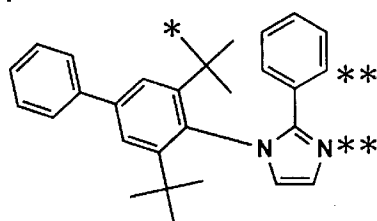
L-432



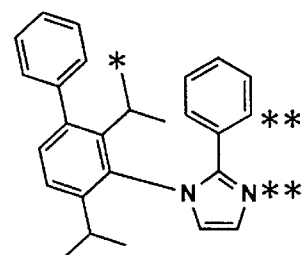
L-433



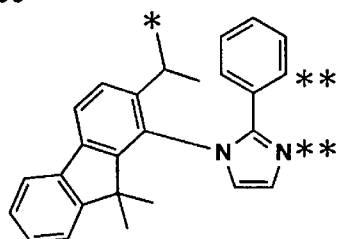
L-434



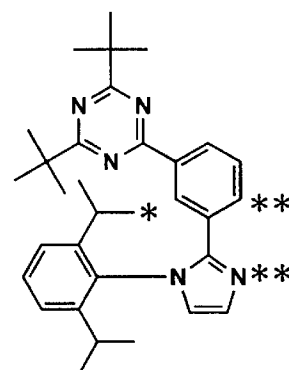
L-435



L-436



L-437



[0103]

[表1-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物1	L-2	L-1	L-1	V-1
化合物2	L-2	L-2	L-1	V-1
化合物3	L-2	L-2	L-3	V-1
化合物4	L-2	L-1	L-4	V-1
化合物5	L-6	L-1	L-1	V-1
化合物6	L-7	L-2	L-1	V-1
化合物7	L-8	L-1	L-1	V-1
化合物8	L-11	L-46	L-46	V-1
化合物9	L-15	L-46	L-46	V-1
化合物10	L-2	L-21	L-21	V-1
化合物11	L-33	L-24	L-24	V-1
化合物12	L-43	L-2	L-2	V-1
化合物13	L-44	L-1	L-1	V-1
化合物14	L-2	L-2	L-48	V-1
化合物15	L-59	L-1	L-1	V-1
化合物16	L-60	L-1	L-1	V-1
化合物17	L-61	L-1	L-1	V-1
化合物18	L-62	L-1	L-1	V-1
化合物19	L-63	L-1	L-1	V-1
化合物20	L-64	L-1	L-1	V-1
化合物21	L-65	L-1	L-1	V-1
化合物22	L-66	L-1	L-1	V-1
化合物23	L-67	L-1	L-1	V-1
化合物24	L-68	L-1	L-1	V-1
化合物25	L-69	L-1	L-1	V-1

[表1-2]

ドープアント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物26	L-70	L-1	L-1	V-1
化合物27	L-71	L-1	L-1	V-1
化合物28	L-72	L-1	L-1	V-1
化合物29	L-73	L-1	L-1	V-1
化合物30	L-74	L-1	L-1	V-1
化合物31	L-75	L-1	L-1	V-1
化合物32	L-2	L-1	L-1	V-11
化合物33	L-2	L-2	L-1	V-11
化合物34	L-2	L-2	L-3	V-11
化合物35	L-2	L-1	L-4	V-11
化合物36	L-6	L-1	L-1	V-11
化合物37	L-7	L-2	L-1	V-11
化合物38	L-8	L-1	L-1	V-11
化合物39	L-11	L-46	L-46	V-11
化合物40	L-15	L-46	L-46	V-11
化合物41	L-2	L-21	L-21	V-11
化合物42	L-33	L-24	L-24	V-11
化合物43	L-43	L-2	L-2	V-11
化合物44	L-44	L-1	L-1	V-11
化合物45	L-2	L-2	L-48	V-11
化合物46	L-2	L-3	L-3	V-1
化合物47	L-2	L-4	L-4	V-1
化合物48	L-5	L-1	L-1	V-1
化合物49	L-6	L-1	L-1	V-1
化合物50	L-7	L-1	L-1	V-1

[0104]

[表2-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物51	L-8	L-1	L-1	V-1
化合物52	L-9	L-1	L-1	V-1
化合物53	L-10	L-1	L-1	V-1
化合物54	L-11	L-1	L-1	V-1
化合物55	L-12	L-1	L-1	V-1
化合物56	L-13	L-1	L-1	V-1
化合物57	L-14	L-1	L-1	V-1
化合物58	L-15	L-1	L-1	V-1
化合物59	L-16	L-1	L-1	V-1
化合物60	L-17	L-1	L-1	V-1
化合物61	L-18	L-1	L-1	V-1
化合物62	L-19	L-1	L-1	V-1
化合物63	L-20	L-1	L-1	V-1
化合物64	L-2	L-21	L-21	V-1
化合物65	L-2	L-22	L-22	V-1
化合物66	L-2	L-23	L-23	V-1
化合物67	L-2	L-24	L-24	V-1
化合物68	L-25	L-1	L-1	V-1
化合物69	L-26	L-1	L-1	V-1
化合物70	L-27	L-1	L-1	V-1
化合物71	L-2	L-28	L-28	V-1
化合物72	L-2	L-29	L-29	V-1
化合物73	L-30	L-1	L-1	V-1
化合物74	L-31	L-1	L-1	V-1
化合物75	L-32	L-1	L-1	V-1

[表2-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物76	L-33	L-1	L-1	V-1
化合物77	L-34	L-1	L-1	V-1
化合物78	L-35	L-1	L-1	V-1
化合物79	L-36	L-1	L-1	V-1
化合物80	L-37	L-1	L-1	V-1
化合物81	L-38	L-1	L-1	V-1
化合物82	L-39	L-1	L-1	V-1
化合物83	L-40	L-1	L-1	V-1
化合物84	L-41	L-1	L-1	V-1
化合物85	L-42	L-1	L-1	V-1
化合物86	L-43	L-1	L-1	V-1
化合物87	L-44	L-1	L-1	V-1
化合物88	L-45	L-1	L-1	V-1
化合物89	L-2	L-46	L-46	V-1
化合物90	L-2	L-46-2	L-46-2	V-1
化合物91	L-2	L-2	L-47	V-1
化合物92	L-2	L-2	L-48	V-1
化合物93	L-2	L-2	L-49	V-1
化合物94	L-2	L-2	L-50	V-1
化合物95	L-2	L-2	L-51	V-1
化合物96	L-52	L-1	L-1	V-1
化合物97	L-2	L-2	L-53	V-1
化合物98	L-2	L-2	L-54	V-1
化合物99	L-55	L-1	L-1	V-1
化合物100	L-2	L-2	L-56	V-1

[0105]

[表3-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物101	L-2	L-2	L-57	V-1
化合物102	L-2	L-2	L-58	V-1
化合物103	L-59	L-1	L-1	V-1
化合物104	L-60	L-1	L-1	V-1
化合物105	L-61	L-1	L-1	V-1
化合物106	L-62	L-1	L-1	V-1
化合物107	L-63	L-1	L-1	V-1
化合物108	L-64	L-1	L-1	V-1
化合物109	L-65	L-1	L-1	V-1
化合物110	L-66	L-1	L-1	V-1
化合物111	L-67	L-1	L-1	V-1
化合物112	L-68	L-1	L-1	V-1
化合物113	L-69	L-1	L-1	V-1
化合物114	L-70	L-1	L-1	V-1
化合物115	L-71	L-1	L-1	V-1
化合物116	L-72	L-1	L-1	V-1
化合物117	L-73	L-1	L-1	V-1
化合物118	L-74	L-1	L-1	V-1
化合物119	L-75	L-1	L-1	V-1
化合物120	L-2	L-1	L-1	V-5
化合物121	L-2	L-2	L-1	V-5
化合物122	L-2	L-2	L-3	V-5
化合物123	L-2	L-1	L-4	V-5
化合物124	L-6	L-1	L-1	V-5
化合物125	L-7	L-2	L-1	V-5

[表3-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物126	L-8	L-1	L-1	V-5
化合物127	L-11	L-46	L-46	V-5
化合物128	L-15	L-46	L-46	V-5
化合物129	L-2	L-21	L-21	V-5
化合物130	L-33	L-24	L-24	V-5
化合物131	L-43	L-2	L-2	V-5
化合物132	L-44	L-1	L-1	V-5
化合物133	L-2	L-2	L-48	V-5
化合物134	L-59	L-1	L-1	V-5
化合物135	L-60	L-1	L-1	V-5
化合物136	L-61	L-1	L-1	V-5
化合物137	L-62	L-1	L-1	V-5
化合物138	L-63	L-1	L-1	V-5
化合物139	L-64	L-1	L-1	V-5
化合物140	L-65	L-1	L-1	V-5
化合物141	L-66	L-1	L-1	V-5
化合物142	L-67	L-1	L-1	V-5
化合物143	L-68	L-1	L-1	V-5
化合物144	L-69	L-1	L-1	V-5
化合物145	L-70	L-1	L-1	V-5
化合物146	L-71	L-1	L-1	V-5
化合物147	L-72	L-1	L-1	V-5
化合物148	L-73	L-1	L-1	V-5
化合物149	L-74	L-1	L-1	V-5
化合物150	L-75	L-1	L-1	V-5

[0106]

[表4-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物151	L-2	L-1	L-1	V-15
化合物152	L-2	L-2	L-1	V-15
化合物153	L-2	L-2	L-3	V-15
化合物154	L-2	L-1	L-4	V-15
化合物155	L-6	L-1	L-1	V-15
化合物156	L-7	L-2	L-1	V-15
化合物157	L-8	L-1	L-1	V-15
化合物158	L-11	L-46	L-46	V-15
化合物159	L-15	L-46	L-46	V-15
化合物160	L-2	L-21	L-21	V-15
化合物161	L-33	L-24	L-24	V-15
化合物162	L-43	L-2	L-2	V-15
化合物163	L-44	L-1	L-1	V-15
化合物164	L-2	L-2	L-48	V-15
化合物165	L-59	L-1	L-1	V-15
化合物166	L-60	L-1	L-1	V-15
化合物167	L-61	L-1	L-1	V-15
化合物168	L-62	L-1	L-1	V-15
化合物169	L-63	L-1	L-1	V-15
化合物170	L-64	L-1	L-1	V-15
化合物171	L-65	L-1	L-1	V-15
化合物172	L-66	L-1	L-1	V-15
化合物173	L-67	L-1	L-1	V-15
化合物174	L-68	L-1	L-1	V-15
化合物175	L-69	L-1	L-1	V-15

[表4-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物176	L-70	L-1	L-1	V-15
化合物177	L-71	L-1	L-1	V-15
化合物178	L-72	L-1	L-1	V-15
化合物179	L-73	L-1	L-1	V-15
化合物180	L-74	L-1	L-1	V-15
化合物181	L-75	L-1	L-1	V-15
化合物182	L-2	L-1	L-1	V-18
化合物183	L-2	L-2	L-1	V-18
化合物184	L-2	L-2	L-3	V-18
化合物185	L-2	L-1	L-4	V-18
化合物186	L-6	L-1	L-1	V-18
化合物187	L-7	L-2	L-1	V-18
化合物188	L-8	L-1	L-1	V-18
化合物189	L-11	L-46	L-46	V-18
化合物190	L-15	L-46	L-46	V-18
化合物191	L-2	L-21	L-21	V-18
化合物192	L-33	L-24	L-24	V-18
化合物193	L-43	L-2	L-2	V-18
化合物194	L-44	L-1	L-1	V-18
化合物195	L-2	L-2	L-48	V-18
化合物196	L-59	L-1	L-1	V-18
化合物197	L-60	L-1	L-1	V-18
化合物198	L-61	L-1	L-1	V-18
化合物199	L-62	L-1	L-1	V-18
化合物200	L-63	L-1	L-1	V-18

[0107]

[表5-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物201	L-64	L-1	L-1	V-18
化合物202	L-65	L-1	L-1	V-18
化合物203	L-66	L-1	L-1	V-18
化合物204	L-67	L-1	L-1	V-18
化合物205	L-68	L-1	L-1	V-18
化合物206	L-69	L-1	L-1	V-18
化合物207	L-70	L-1	L-1	V-18
化合物208	L-71	L-1	L-1	V-18
化合物209	L-72	L-1	L-1	V-18
化合物210	L-73	L-1	L-1	V-18
化合物211	L-74	L-1	L-1	V-18
化合物212	L-75	L-1	L-1	V-18
化合物213	L-2	L-1	L-1	V-22
化合物214	L-2	L-2	L-1	V-22
化合物215	L-2	L-2	L-3	V-22
化合物216	L-2	L-1	L-4	V-22
化合物217	L-6	L-1	L-1	V-22
化合物218	L-7	L-2	L-1	V-22
化合物219	L-8	L-1	L-1	V-22
化合物220	L-11	L-46	L-46	V-22
化合物221	L-15	L-46	L-46	V-22
化合物222	L-2	L-21	L-21	V-22
化合物223	L-33	L-24	L-24	V-22
化合物224	L-43	L-2	L-2	V-22
化合物225	L-44	L-1	L-1	V-22

[表5-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物226	L-2	L-2	L-48	V-22
化合物227	L-59	L-1	L-1	V-22
化合物228	L-60	L-1	L-1	V-22
化合物229	L-61	L-1	L-1	V-22
化合物230	L-62	L-1	L-1	V-22
化合物231	L-63	L-1	L-1	V-22
化合物232	L-64	L-1	L-1	V-22
化合物233	L-65	L-1	L-1	V-22
化合物234	L-66	L-1	L-1	V-22
化合物235	L-67	L-1	L-1	V-22
化合物236	L-68	L-1	L-1	V-22
化合物237	L-69	L-1	L-1	V-22
化合物238	L-70	L-1	L-1	V-22
化合物239	L-71	L-1	L-1	V-22
化合物240	L-72	L-1	L-1	V-22
化合物241	L-73	L-1	L-1	V-22
化合物242	L-74	L-1	L-1	V-22
化合物243	L-75	L-1	L-1	V-22
化合物244	L-2	L-1	L-1	V-26
化合物245	L-2	L-2	L-1	V-26
化合物246	L-2	L-2	L-3	V-26
化合物247	L-2	L-1	L-4	V-26
化合物248	L-6	L-1	L-1	V-26
化合物249	L-7	L-2	L-1	V-26
化合物250	L-8	L-1	L-1	V-26

[0108]

[表6-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物251	L-11	L-46	L-46	V-26
化合物252	L-15	L-46	L-46	V-26
化合物253	L-2	L-21	L-21	V-26
化合物254	L-33	L-24	L-24	V-26
化合物255	L-43	L-2	L-2	V-26
化合物256	L-44	L-1	L-1	V-26
化合物257	L-2	L-2	L-48	V-26
化合物258	L-59	L-1	L-1	V-26
化合物259	L-60	L-1	L-1	V-26
化合物260	L-61	L-1	L-1	V-26
化合物261	L-62	L-1	L-1	V-26
化合物262	L-63	L-1	L-1	V-26
化合物263	L-64	L-1	L-1	V-26
化合物264	L-65	L-1	L-1	V-26
化合物265	L-66	L-1	L-1	V-26
化合物266	L-67	L-1	L-1	V-26
化合物267	L-68	L-1	L-1	V-26
化合物268	L-69	L-1	L-1	V-26
化合物269	L-70	L-1	L-1	V-26
化合物270	L-71	L-1	L-1	V-26
化合物271	L-72	L-1	L-1	V-26
化合物272	L-73	L-1	L-1	V-26
化合物273	L-74	L-1	L-1	V-26
化合物274	L-75	L-1	L-	V-26
化合物275	L-2	L-1	1L-1	V-30

[表6-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物276	L-2	L-2	L-1	V-30
化合物277	L-2	L-2	L-3	V-30
化合物278	L-2	L-1	L-4	V-30
化合物279	L-6	L-1	L-1	V-30
化合物280	L-7	L-2	L-1	V-30
化合物281	L-8	L-1	L-1	V-30
化合物282	L-11	L-46	L-46	V-30
化合物283	L-15	L-46	L-46	V-30
化合物284	L-2	L-21	L-21	V-30
化合物285	L-33	L-24	L-24	V-30
化合物286	L-43	L-2	L-2	V-30
化合物287	L-44	L-1	L-1	V-30
化合物288	L-2	L-2	L-48	V-30
化合物289	L-59	L-1	L-1	V-30
化合物290	L-60	L-1	L-1	V-30
化合物291	L-61	L-1	L-1	V-30
化合物292	L-62	L-1	L-1	V-30
化合物293	L-63	L-1	L-1	V-30
化合物294	L-64	L-1	L-1	V-30
化合物295	L-65	L-1	L-1	V-30
化合物296	L-66	L-1	L-1	V-30
化合物297	L-67	L-1	L-1	V-30
化合物298	L-68	L-1	L-1	V-30
化合物299	L-69	L-1	L-1	V-30
化合物300	L-70	L-1	L-1	V-30

[0109]

[表7-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物301	L-71	L-1	L-1	V-30
化合物302	L-72	L-1	L-1	V-30
化合物303	L-73	L-1	L-1	V-30
化合物304	L-74	L-1	L-1	V-30
化合物305	L-75	L-1	L-1	V-30
化合物306	L-2	L-1	L-1	V-35
化合物307	L-2	L-2	L-1	V-35
化合物308	L-2	L-2	L-3	V-35
化合物309	L-2	L-1	L-4	V-35
化合物310	L-6	L-1	L-1	V-35
化合物311	L-7	L-2	L-1	V-35
化合物312	L-8	L-1	L-1	V-35
化合物313	L-11	L-46	L-46	V-35
化合物314	L-15	L-46	L-46	V-35
化合物315	L-2	L-21	L-21	V-35
化合物316	L-33	L-24	L-24	V-35
化合物317	L-43	L-2	L-2	V-35
化合物318	L-44	L-1	L-1	V-35
化合物319	L-2	L-2	L-48	V-35
化合物320	L-59	L-1	L-1	V-35
化合物321	L-60	L-1	L-1	V-35
化合物322	L-61	L-1	L-1	V-35
化合物323	L-62	L-1	L-1	V-35
化合物324	L-63	L-1	L-1	V-35
化合物325	L-64	L-1	L-1	V-35

[表7-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物326	L-65	L-1	L-1	V-35
化合物327	L-66	L-1	L-1	V-35
化合物328	L-67	L-1	L-1	V-35
化合物329	L-68	L-1	L-1	V-35
化合物330	L-69	L-1	L-1	V-35
化合物331	L-70	L-1	L-1	V-35
化合物332	L-71	L-1	L-1	V-35
化合物333	L-72	L-1	L-1	V-35
化合物334	L-73	L-1	L-1	V-35
化合物335	L-74	L-1	L-1	V-35
化合物336	L-75	L-1	L-1	V-35
化合物337	L-2	L-1	L-1	V-39
化合物338	L-2	L-2	L-1	V-39
化合物339	L-2	L-2	L-3	V-39
化合物340	L-2	L-1	L-4	V-39
化合物341	L-6	L-1	L-1	V-39
化合物342	L-7	L-2	L-1	V-39
化合物343	L-8	L-1	L-1	V-39
化合物344	L-11	L-46	L-46	V-39
化合物345	L-15	L-46	L-46	V-39
化合物346	L-2	L-21	L-21	V-39
化合物347	L-33	L-24	L-24	V-39
化合物348	L-43	L-2	L-2	V-39
化合物349	L-44	L-1	L-1	V-39
化合物350	L-2	L-2	L-48	V-39

[0110]

[表8-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物351	L-59	L-1	L-1	V-39
化合物352	L-60	L-1	L-1	V-39
化合物353	L-61	L-1	L-1	V-39
化合物354	L-62	L-1	L-1	V-39
化合物355	L-63	L-1	L-1	V-39
化合物356	L-64	L-1	L-1	V-39
化合物357	L-65	L-1	L-1	V-39
化合物358	L-66	L-1	L-1	V-39
化合物359	L-67	L-1	L-1	V-39
化合物360	L-68	L-1	L-1	V-39
化合物361	L-69	L-1	L-1	V-39
化合物362	L-70	L-1	L-1	V-39
化合物363	L-71	L-1	L-1	V-39
化合物364	L-72	L-1	L-1	V-39
化合物365	L-73	L-1	L-1	V-39
化合物366	L-74	L-1	L-1	V-39
化合物367	L-75	L-1	L-1	V-39
化合物368	L-2	L-1	L-1	V-50
化合物369	L-2	L-2	L-1	V-50
化合物370	L-2	L-2	L-3	V-50
化合物371	L-2	L-1	L-4	V-50
化合物372	L-6	L-1	L-1	V-50
化合物373	L-7	L-2	L-1	V-50
化合物374	L-8	L-1	L-1	V-50
化合物375	L-11	L-46	L-46	V-50

[表8-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物376	L-15	L-46	L-46	V-50
化合物377	L-2	L-21	L-21	V-50
化合物378	L-33	L-24	L-24	V-50
化合物379	L-43	L-2	L-2	V-50
化合物380	L-44	L-1	L-1	V-50
化合物381	L-2	L-2	L-48	V-50
化合物382	L-59	L-1	L-1	V-50
化合物383	L-60	L-1	L-1	V-50
化合物384	L-61	L-1	L-1	V-50
化合物385	L-62	L-1	L-1	V-50
化合物386	L-63	L-1	L-1	V-50
化合物387	L-64	L-1	L-1	V-50
化合物388	L-65	L-1	L-1	V-50
化合物389	L-66	L-1	L-1	V-50
化合物390	L-67	L-1	L-1	V-50
化合物391	L-68	L-1	L-1	V-50
化合物392	L-69	L-1	L-1	V-50
化合物393	L-70	L-1	L-1	V-50
化合物394	L-71	L-1	L-1	V-50
化合物395	L-72	L-1	L-1	V-50
化合物396	L-73	L-1	L-1	V-50
化合物397	L-74	L-1	L-1	V-50
化合物398	L-75	L-1	L-1	V-50
化合物399	L-2	L-1	L-1	V-54
化合物400	L-2	L-2	L-1	V-54

[0111]

[表9-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物401	L-2	L-2	L-3	V-54
化合物402	L-2	L-1	L-4	V-54
化合物403	L-6	L-1	L-1	V-54
化合物404	L-7	L-2	L-1	V-54
化合物405	L-8	L-1	L-1	V-54
化合物406	L-11	L-46	L-46	V-54
化合物407	L-15	L-46	L-46	V-54
化合物408	L-2	L-21	L-21	V-54
化合物409	L-33	L-24	L-24	V-54
化合物410	L-43	L-2	L-2	V-54
化合物411	L-44	L-1	L-1	V-54
化合物412	L-2	L-2	L-48	V-54
化合物413	L-59	L-1	L-1	V-54
化合物414	L-60	L-1	L-1	V-54
化合物415	L-61	L-1	L-1	V-54
化合物416	L-62	L-1	L-1	V-54
化合物417	L-63	L-1	L-1	V-54
化合物418	L-64	L-1	L-1	V-54
化合物419	L-65	L-1	L-1	V-54
化合物420	L-66	L-1	L-1	V-54
化合物421	L-67	L-1	L-1	V-54
化合物422	L-68	L-1	L-1	V-54
化合物423	L-69	L-1	L-1	V-54
化合物424	L-70	L-1	L-1	V-54
化合物425	L-71	L-1	L-1	V-54

[表9-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物426	L-72	L-1	L-1	V-54
化合物427	L-73	L-1	L-1	V-54
化合物428	L-74	L-1	L-1	V-54
化合物429	L-75	L-1	L-1	V-54
化合物430	L-381	L-380	L-380	V-2
化合物431	L-382	L-382	L-381	V-2
化合物432	L-383	L-383	L-381	V-2
化合物433	L-384	L-380	L-380	V-2
化合物434	L-385	L-380	L-380	V-2
化合物435	L-386	L-380	L-380	V-2
化合物436	L-387	L-380	L-380	V-2
化合物437	L-388	L-380	L-380	V-2
化合物438	L-389	L-380	L-380	V-2
化合物439	L-390	L-380	L-380	V-2
化合物440	L-391	L-380	L-380	V-2
化合物441	L-392	L-380	L-380	V-2
化合物442	L-393	L-380	L-380	V-2
化合物443	L-394	L-380	L-380	V-2
化合物444	L-395	L-380	L-380	V-2
化合物445	L-396	L-380	L-380	V-2
化合物446	L-397	L-380	L-380	V-2
化合物447	L-398	L-380	L-380	V-2
化合物448	L-399	L-380	L-380	V-2
化合物449	L-400	L-400	L-381	V-2
化合物450	L-401	L-401	L-381	V-2

[0112]

[表10-1]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物451	L-402	L-402	L-381	V-2
化合物452	L-403	L-403	L-381	V-2
化合物453	L-404	L-380	L-380	V-2
化合物454	L-405	L-380	L-380	V-2
化合物455	L-406	L-380	L-380	V-2
化合物456	L-407	L-407	L-381	V-2
化合物457	L-408	L-408	L-381	V-2
化合物458	L-409	L-380	L-380	V-2
化合物459	L-410	L-380	L-380	V-2
化合物460	L-411	L-380	L-380	V-2
化合物461	L-412	L-380	L-380	V-2
化合物462	L-413	L-380	L-380	V-2
化合物463	L-414	L-380	L-380	V-2
化合物464	L-415	L-380	L-380	V-2
化合物465	L-416	L-380	L-380	V-2
化合物466	L-417	L-380	L-380	V-2
化合物467	L-418	L-380	L-380	V-2
化合物468	L-419	L-380	L-380	V-2
化合物469	L-420	L-380	L-380	V-2
化合物470	L-421	L-380	L-380	V-2
化合物471	L-422	L-380	L-380	V-2
化合物472	L-423	L-380	L-380	V-2
化合物473	L-424	L-380	L-380	V-2
化合物474	L-425	L-380	L-380	V-2
化合物475	L-426	L-380	L-380	V-2

[表10-2]

ドーパント	配位子			連結基
	L ₁	L ₂	L ₃	
化合物476	L-427	L-380	L-380	V-2
化合物477	L-428	L-380	L-380	V-2
化合物478	L-429	L-380	L-380	V-2
化合物479	L-430	L-380	L-380	V-2
化合物480	L-431	L-380	L-380	V-2
化合物481	L-432	L-380	L-380	V-2
化合物482	L-433	L-380	L-380	V-2
化合物483	L-434	L-380	L-380	V-2
化合物484	L-435	L-380	L-380	V-2
化合物485	L-436	L-380	L-380	V-2
化合物486	L-437	L-380	L-380	V-2
化合物487	L-381	L-380	L-380	V-54
化合物488	L-382	L-382	L-381	V-54
化合物489	L-383	L-383	L-381	V-54
化合物490	L-384	L-380	L-380	V-54
化合物491	L-385	L-380	L-380	V-54
化合物492	L-386	L-380	L-380	V-54
化合物493	L-387	L-380	L-380	V-54
化合物494	L-388	L-380	L-380	V-54
化合物495	L-389	L-380	L-380	V-54
化合物496	L-390	L-380	L-380	V-54
化合物497	L-391	L-380	L-380	V-54
化合物498	L-392	L-380	L-380	V-54
化合物499	L-393	L-380	L-380	V-54
化合物500	L-394	L-380	L-380	V-54

[0113] また、本発明に係る発光層には、以下の特許公報に記載されている従来公知の化合物等を併用してもよい。

例えば、国際公開第00/70655号パンフレット、特開2002-2

80178号公報、特開2001-181616号公報、特開2002-280179号公報、特開2001-181617号公報、特開2002-280180号公報、特開2001-247859号公報、特開2002-299060号公報、特開2001-313178号公報、特開2002-302671号公報、特開2001-345183号公報、特開2002-324679号公報、国際公開第02/15645号パンフレット、特開2002-332291号公報、特開2002-50484号公報、特開2002-332292号公報、特開2002-83684号公報、特表2002-540572号公報、特開2002-117978号公報、特開2002-338588号公報、特開2002-170684号公報、特開2002-352960号公報、国際公開第01/93642号パンフレット、特開2002-50483号公報、特開2002-100476号公報、特開2002-173674号公報、特開2002-359082号公報、特開2002-175884号公報、特開2002-363552号公報、特開2002-184582号公報、特開2003-7469号公報、特表2002-525808号公報、特開2003-7471号公報、特表2002-525833号公報、特開2003-31366号公報、特開2002-226495号公報、特開2002-234894号公報、特開2002-235076号公報、特開2002-241751号公報、特開2001-319779号公報、特開2001-319780号公報、特開2002-62824号公報、特開2002-100474号公報、特開2002-203679号公報、特開2002-343572号公報、特開2002-203678号公報等である。

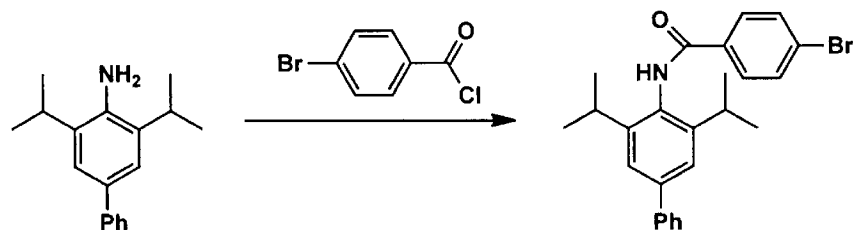
[0114] (1. 1. 3) 合成例

一般式 (I) で表わされる6座配位型オルトメタルイリジウム錯体の一例として、化合物1の合成方法を例にとって以下説明する。

以下に示すようにして、配位子A1を合成し、次いで化合物1を合成した。

(工程 1)

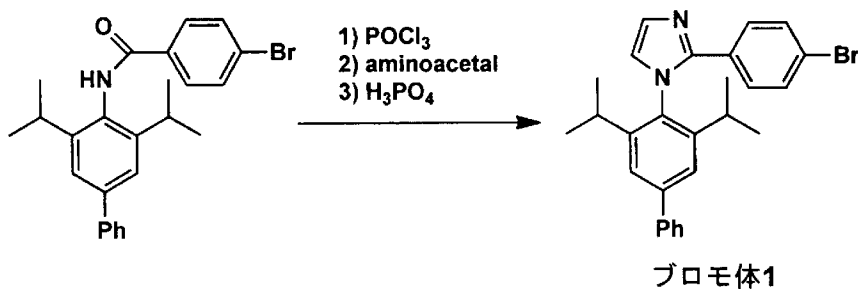
[0115] [化51]



[0116] 2, 6-ジイソプロピル-4-フェニルアニリン 170 g をアセトニトリル 500 ml に溶解し、ピリジン 63.6 g を加えて水冷下で 4-ブロモ安息香酸クロライド 147 g をアセトニトリル 90 ml に溶かした溶液を滴下した。滴下終了後室温で 1.5 時間攪拌し、不溶物をろ取した。その後ろ取した白色結晶を水 1 L に入れて 1 時間懸濁し、水をろ別し、白色結晶としてアミド体を 290 g 得た。

[0117] (工程 2)

[0118] [化52]

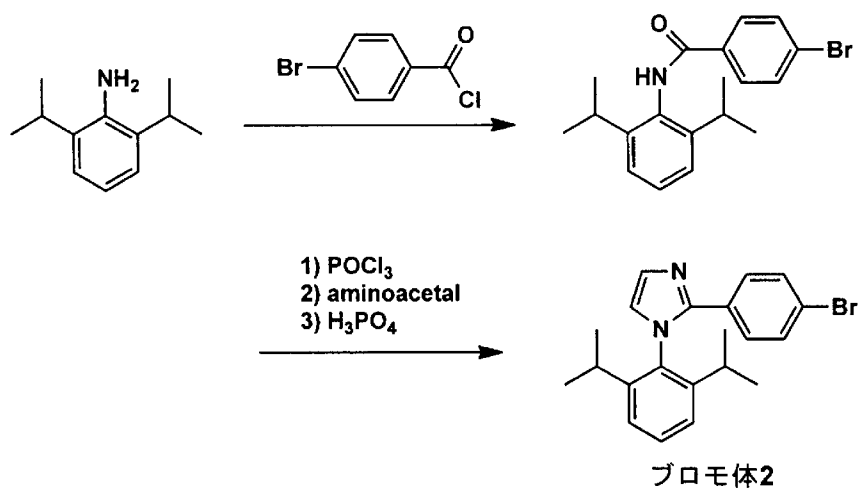


[0119] 工程 1 で得られたアミド体 100 g をトルエン 200 ml に溶解し塩化ホスホリル 35 g を加えた後、内温 90℃ で 2 時間攪拌した後、放冷した。次に、アミノアセトアルデヒドジエチルアセタール 91 g を 200 ml のアセトニトリルに溶解し、トリエチルアミン 208 g を加えた溶液を調製し、先程放冷した溶液を内温 50℃ 以下で滴下した。その後酢酸エチル 200 ml と飽和食塩水 50 ml を加え、分液後、有機層を硫酸マグネシウムで乾燥し、除去後、溶媒を濃縮し、留去した。これをトルエン 150 ml に溶解し、リン酸 50 mL と水 60 ml を加え、エステル管をつけて 4 時間還流した。次に氷冷下水酸化カリウム水溶液にて 30 分かけて滴下し中和した後、酢酸

エチル 200 ml と飽和食塩水 50 ml を加え、珪藻土濾過を行った後、分液し、有機層を硫酸マグネシウムで乾燥し、除去後溶媒を濃縮したものをヘプタン-酢酸エチルで再結晶することで、白色固体としてブロモ体 1 を 120 g 得た。

[0120] (工程 3)

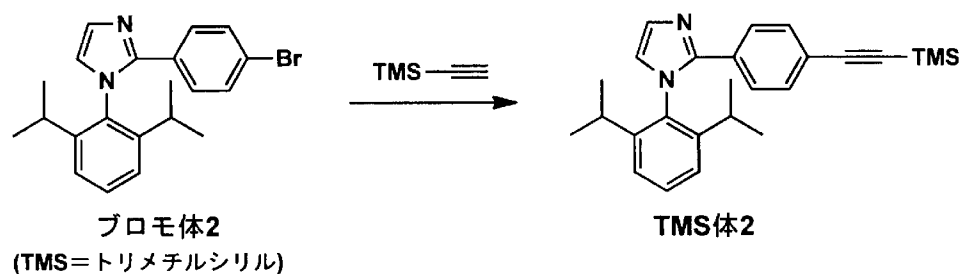
[0121] [化53]



[0122] 工程 1 ～工程 2 と同様にして、2, 6-ジイソプロピルアニリンからブロモ体 2 を合成した。

[0123] (工程 4)

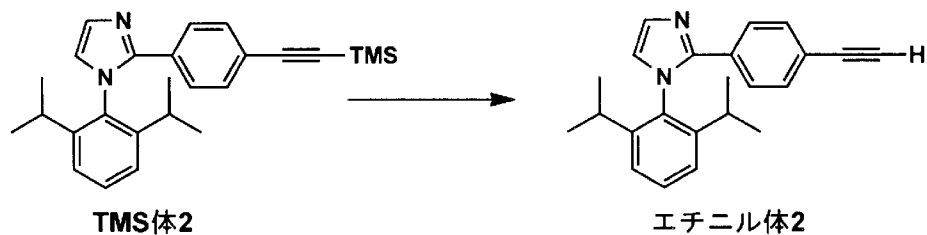
[0124] [化54]



[0125] 50 g のブロモ体 2 をトリエチルアミン 200 mL に溶解し、ヨウ化銅 (I) を 226 mg、 $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ を 830 mg、トリメチルシリルアセチレンを 16.7 g 加えて 65 度で 16 時間加熱した。これを精製することで、TMS 体 2 を 45 g 得た。

[0126] (工程 5)

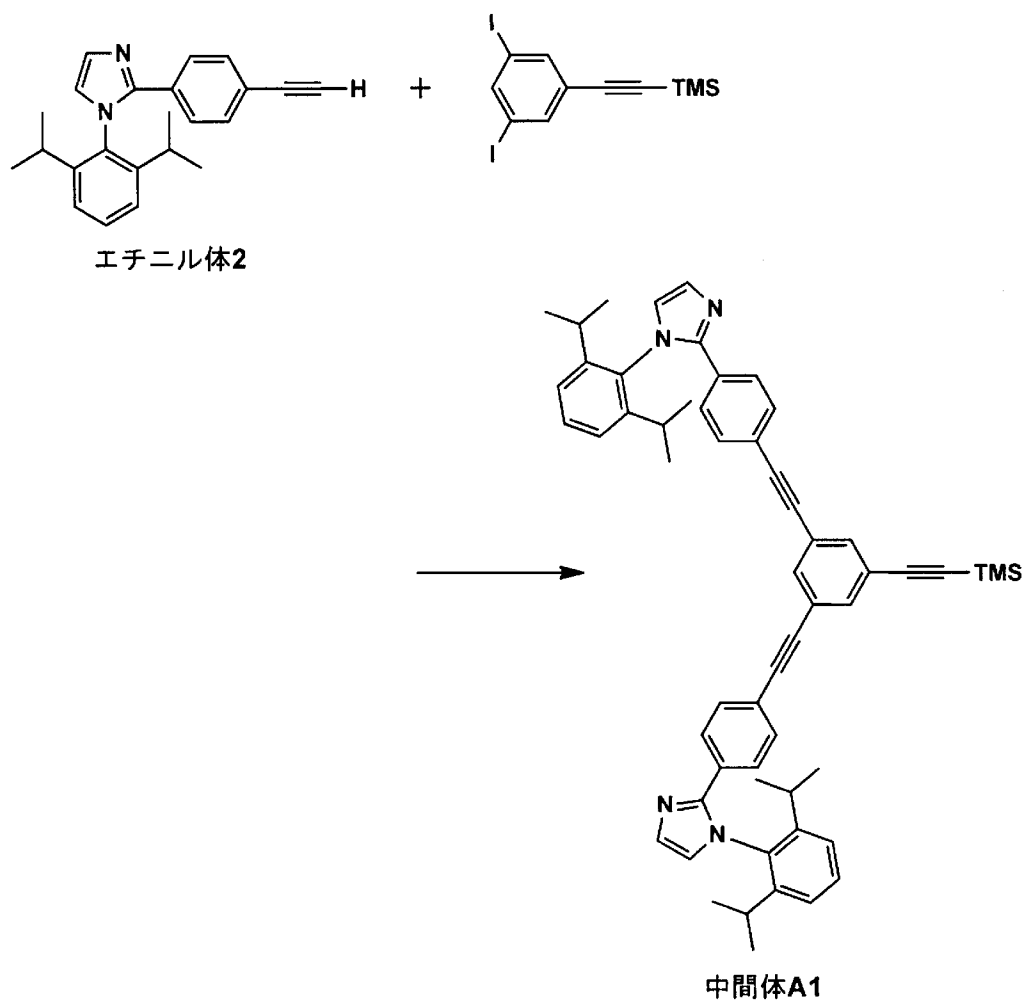
[0127] [化55]



[0128] 工程4で得られた45gのTMS体2をテトラヒドロフラン200mLに溶解し、メタノール70mL、炭酸カリウム1.85gの水28mL水溶液を加え、室温で6時間攪拌した。反応溶液を抽出することで、エチニル体2を33g得た。

[0129] (工程6)

[0130] [化56]

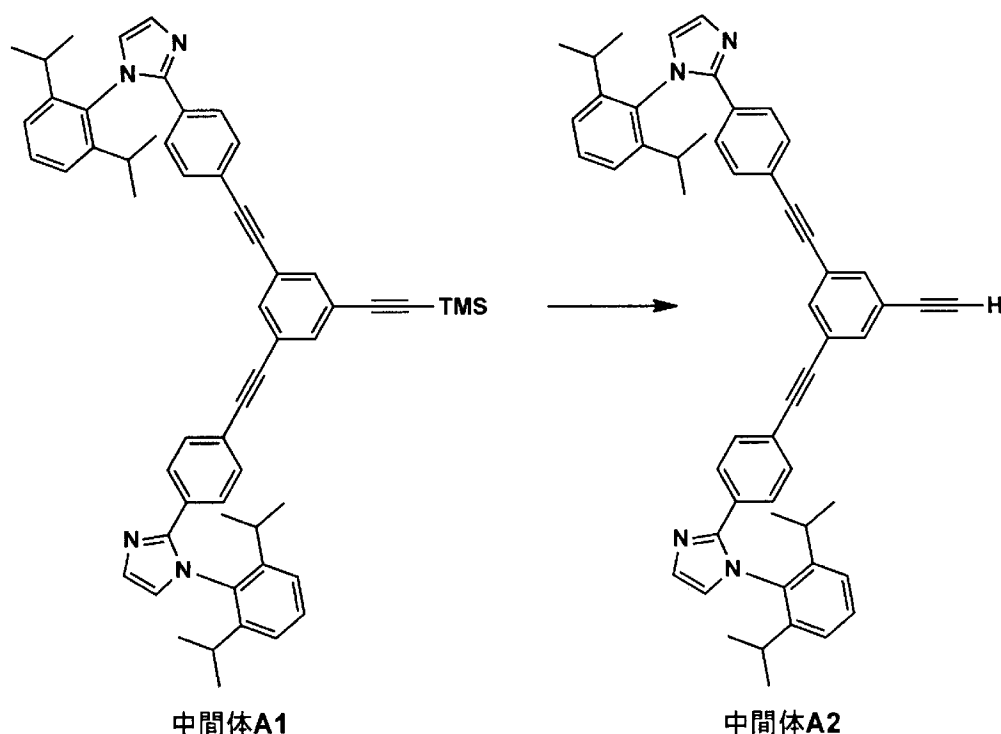


[0131] アルゴン気流下、30gのエチニル体2をOrganometallics, Vol. 22, No.

7, 2003に従って合成した1, 3-ジヨード-5-(トリメチルシリルエチニル)ベンゼンジヨード体の15.6gをトルエン1Lとトリエチルアミン200mLに溶解した溶液に加え、アルゴン置換を30分行った。これにヨウ化銅(I)174mgとビス(トリフェニルホスフィン)パラジウムジクロライド640mgを加え、50度で18時間攪拌した。この反応液を抽出後、精製することで、中間体A1 17gを得た。

[0132] (工程7)

[0133] [化57]

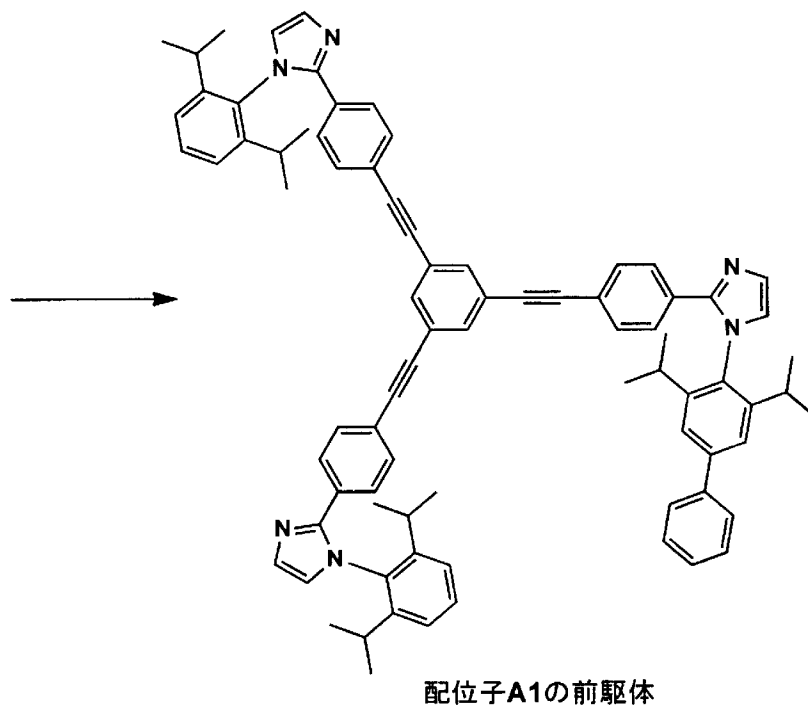
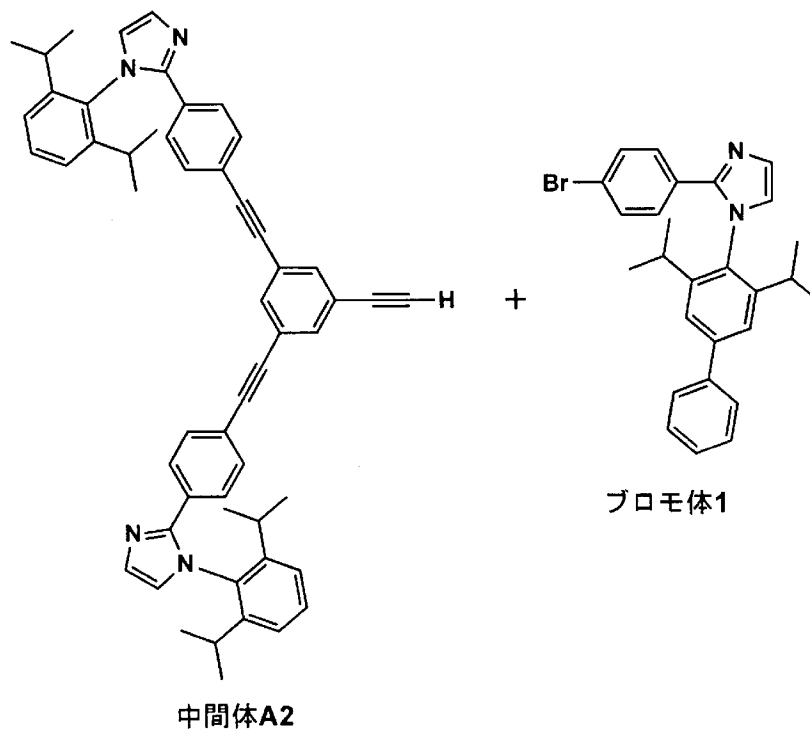


[0134] 工程6で得た中間体A1(10.5g)の脱水テトラヒドロフラン1Lの溶液中にテトラブチルアンモニウムフルオリド・3水和物4gの脱水テトラヒドロフラン200mL溶液を滴下し、滴下後1時間室温で攪拌した。得られた反応溶液を精製することで、中間体A2を12g得た。

[0135] (工程8)

[0136]

[化58]

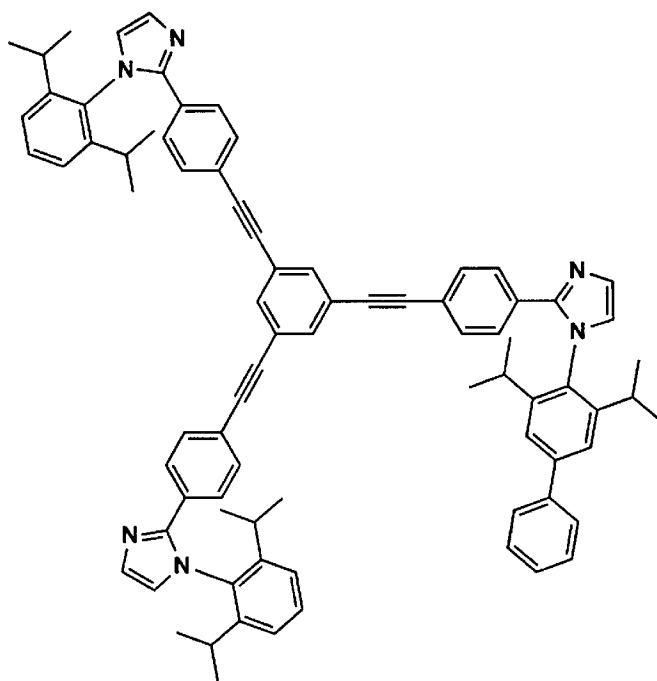


[0137] アルゴン気流下、工程7で合成した10gの中間体A2及び、工程2で合成した6.7gのブロモ体1を脱水トルエン200mLと脱水トリエチルアミン300mLに溶解し、アルゴン置換を30分行った。これにヨウ化銅(I)251mgとビス(トリフェニルホスフィン)パラジウムジクロライド

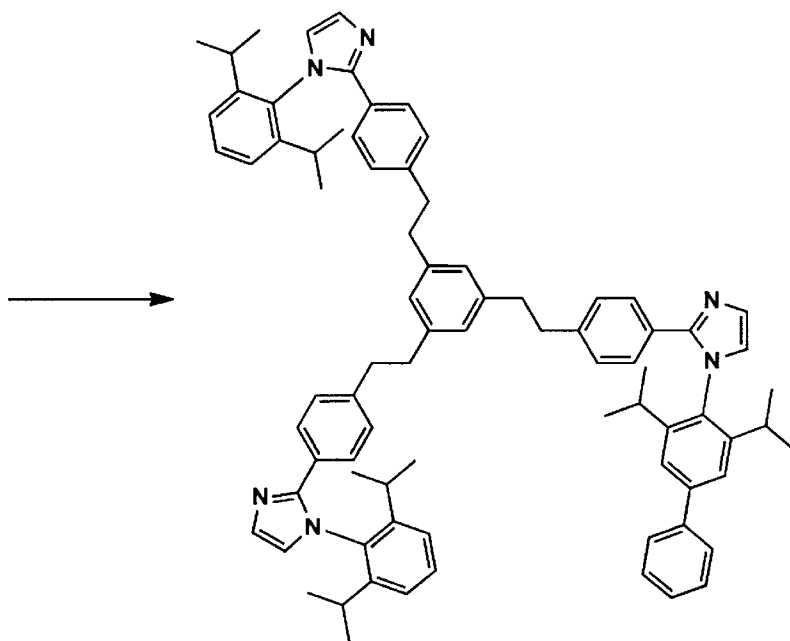
463 mgを加え、50度で18時間攪拌した。この反応液を抽出後、精製することで、配位子A1の前駆体を5.7 g得た。配位子A1の前駆体の構造はマスペクトル及び ^1H -NMRで確認した。

[0138] (工程9)

[0139] [化59]



配位子A1の前駆体



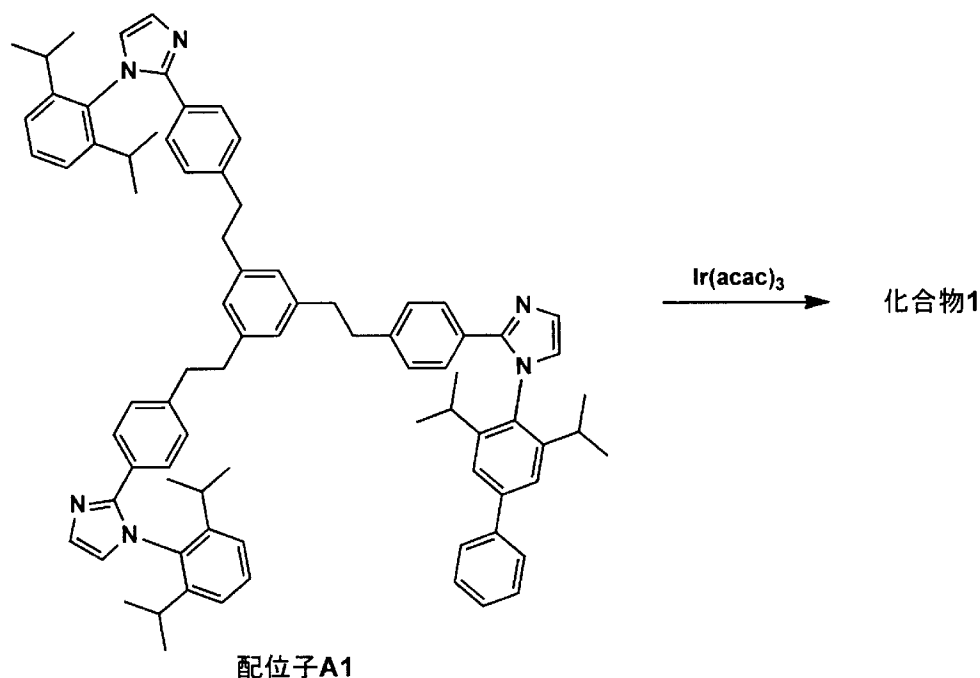
配位子A1

[0140] 工程 8 で得た配位子 A 1 の前駆体 5.7 g をテトラヒドロフラン 500 ml とエタノール 200 ml に溶解し、パラジウム-炭素 (5%) 2.5 g を加え、水素添加を行い、精製することで、配位子 A 1 を 5.5 g 得た。

配位子 A 1 の構造はマスペクトル及び¹H-NMR で確認した。

[0141] (工程 10)

[0142] [化60]



[0143] アルゴン雰囲気下、工程 9 で得た配位子 A 1 5.5 g に、トリス (アセチルアセトナト) イリジウム (III) 2.4 g、エチレングリコール 500 ml を加え内温 160℃ で 15 時間加熱し、この反応液を室温に戻した後メタノール 50 ml で薄めて沈殿物をろ取した。更に得られた沈殿をシリカゲルカラム精製及びGPC精製後、昇華精製することで、例示化合物 1 を 1.2 g 得た。

例示化合物 1 の構造はマスペクトル及び¹H-NMR で確認した。

[0144] (1.2) 蛍光ドーパント (蛍光性化合物ともいう)

蛍光ドーパントとしては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペ

リレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素、または希土類錯体系蛍光体等や、レーザー色素に代表される蛍光量子収率が高い化合物が挙げられる。

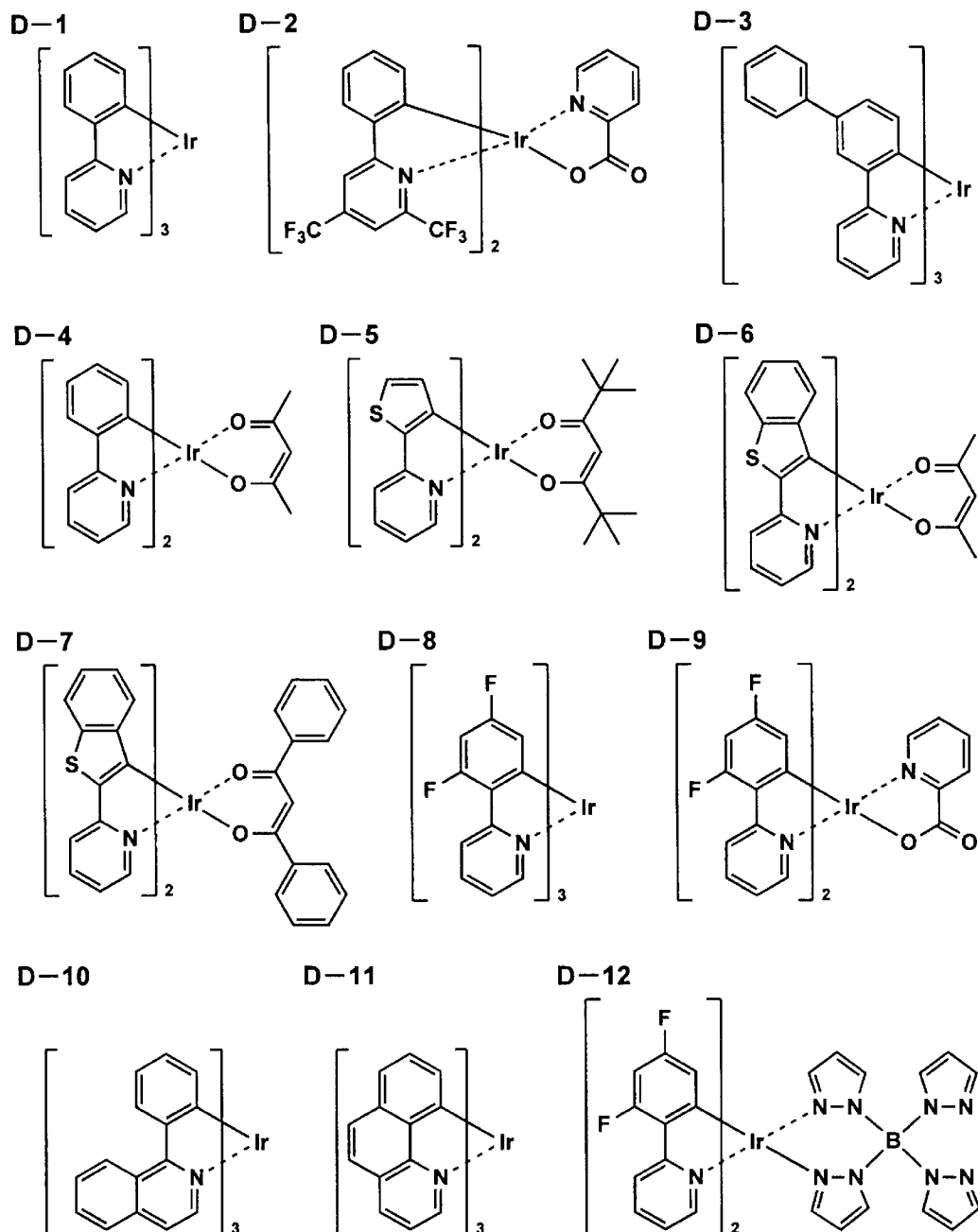
[0145] (1. 3) 従来公知の発光ドーパントとの併用

また本発明に係る発光ドーパントは、複数種の化合物を併用して用いてもよく、構造の異なるリン光ドーパント同士の組み合わせや、リン光ドーパントと蛍光ドーパントを組み合わせ用いてもよい。

以下に、本発明において、好ましく用いることのできる従来公知の発光ドーパントの具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

[0146]

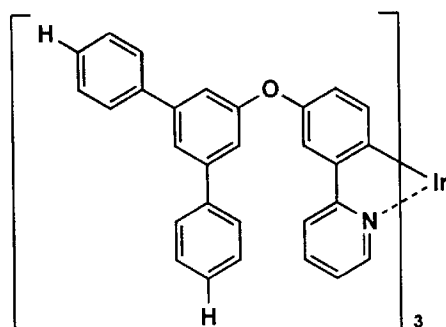
[化61]



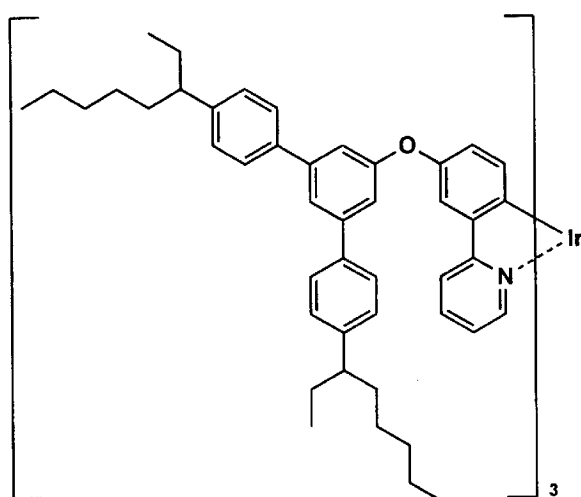
[0147]

[化62]

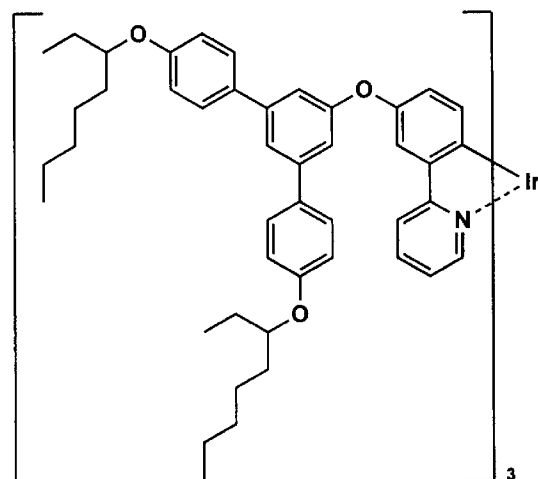
D-13



D-14



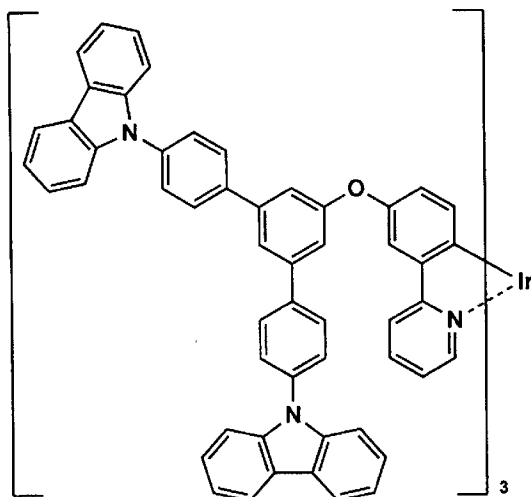
D-15



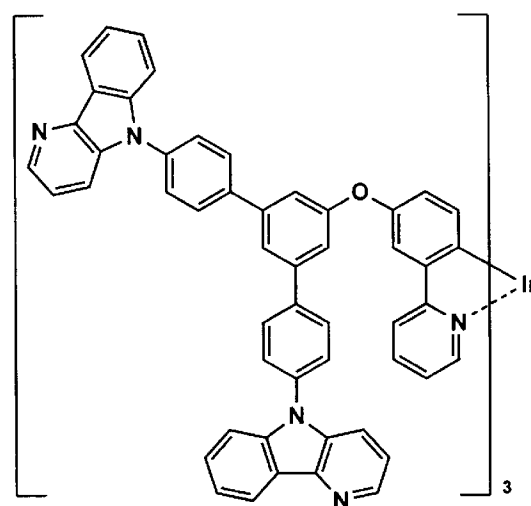
[0148]

[化63]

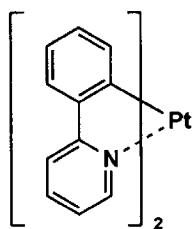
D-16



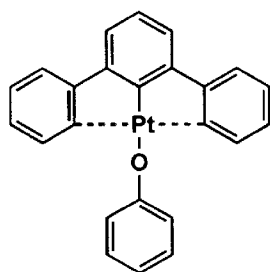
D-17



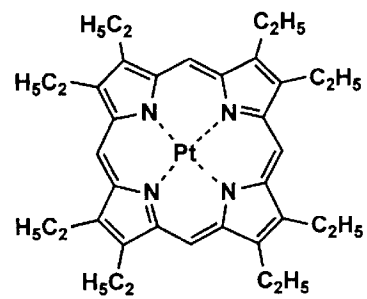
D-18



D-19



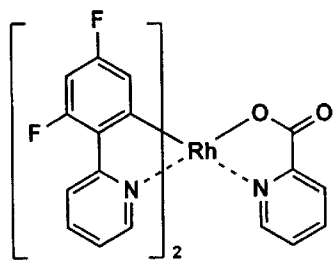
D-20



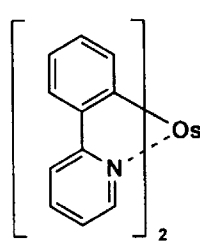
[0149]

[化64]

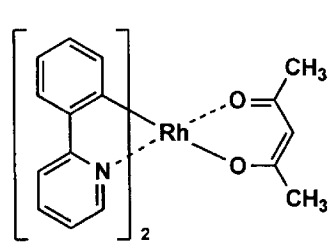
D-21



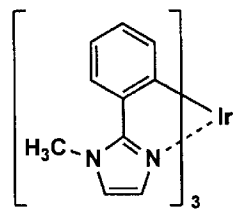
D-22



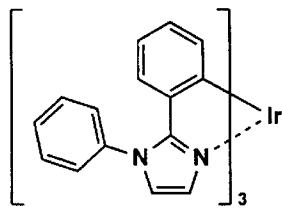
D-23



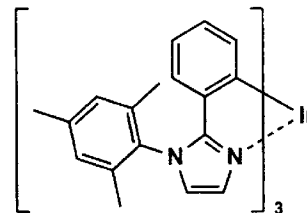
D-24



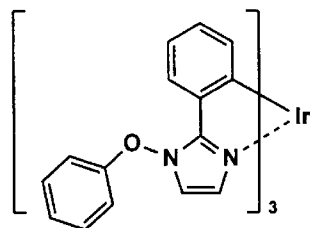
D-25



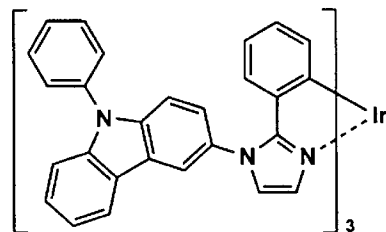
D-26



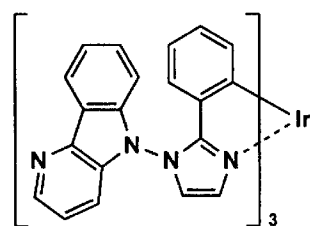
D-27



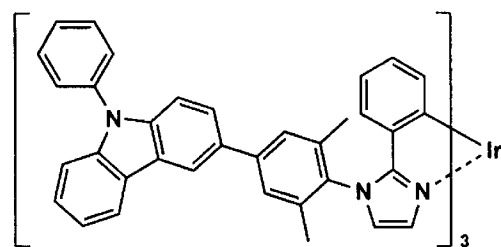
D-28



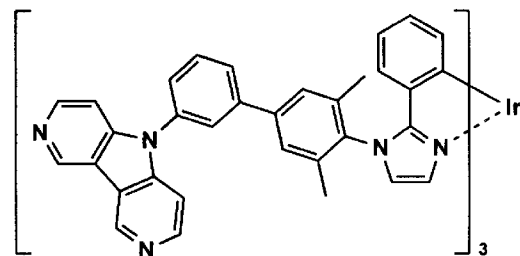
D-29



D-30



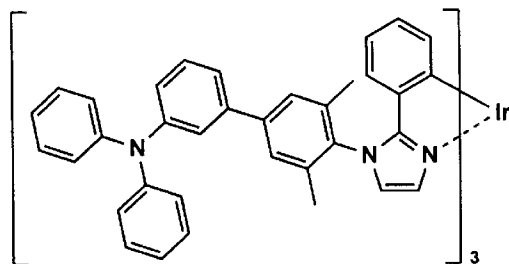
D-31



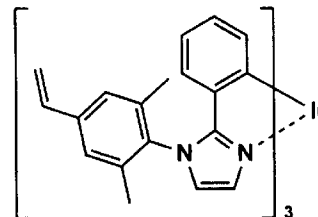
[0150]

[化65]

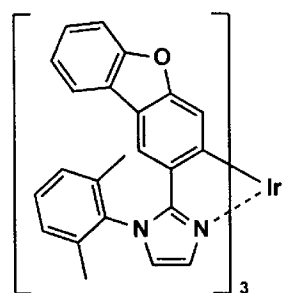
D-32



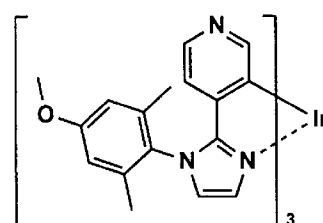
D-33



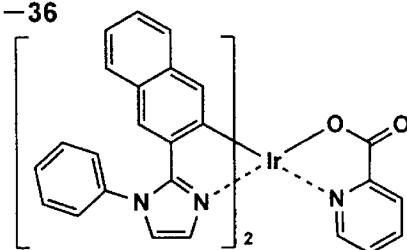
D-34



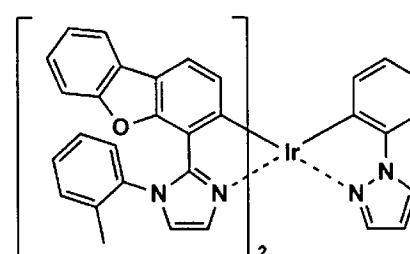
D-35



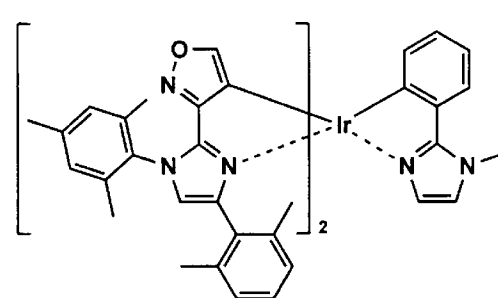
D-36



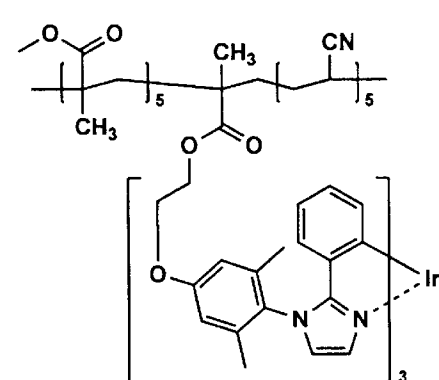
D-37



D-38



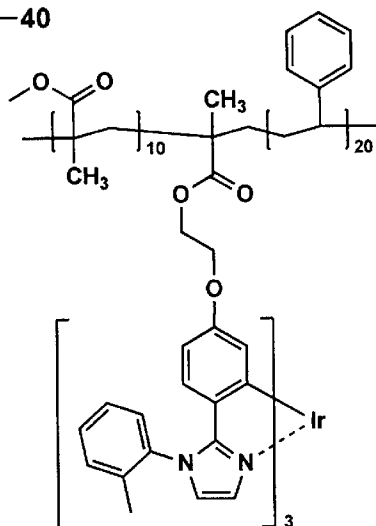
D-39



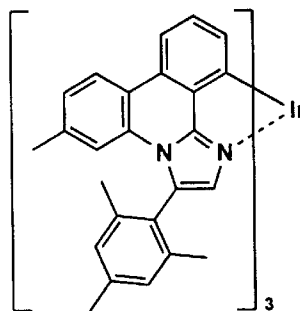
[0151]

[化66]

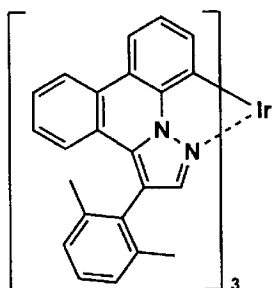
D-40



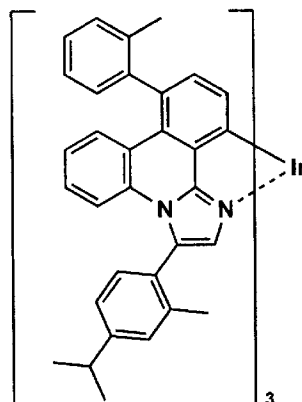
D-41



D-42



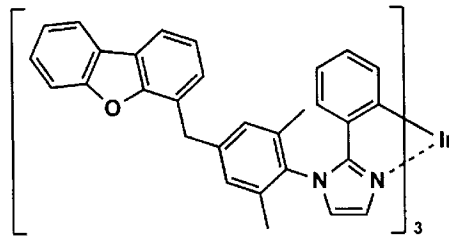
D-43



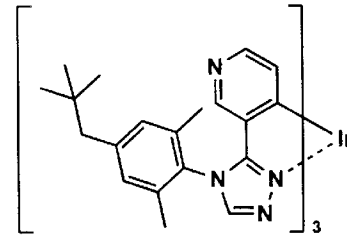
[0152]

[化67]

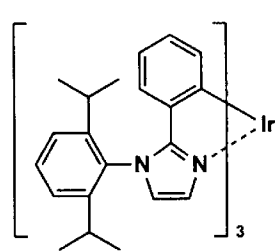
D-44



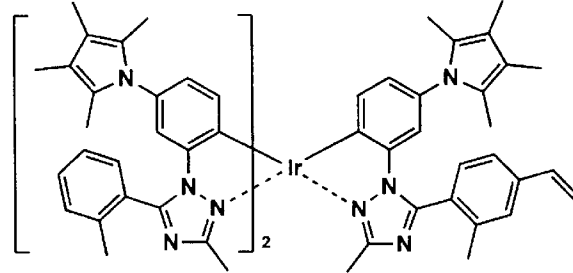
D-45



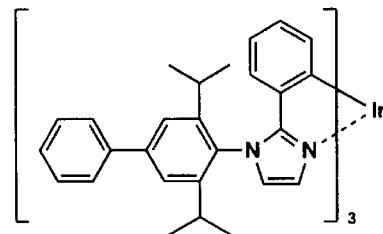
D-46



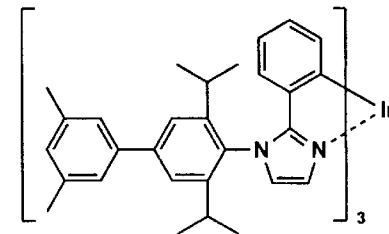
D-47



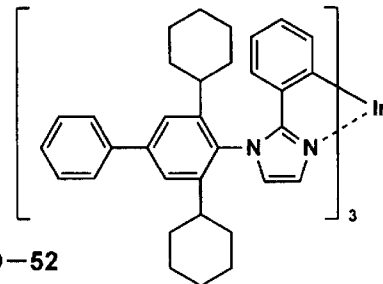
D-48



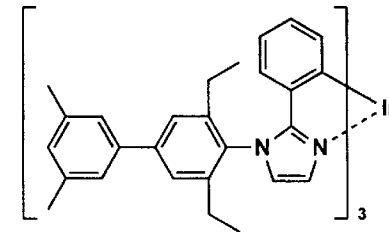
D-49



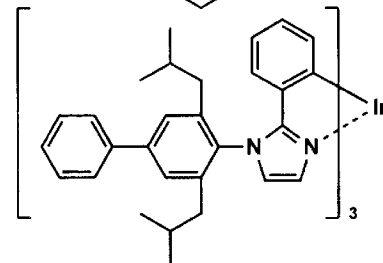
D-50



D-51



D-52



[0153] (2) 発光ホスト化合物 (発光ホスト等ともいう)

本発明においてホスト化合物は、発光層に含有される化合物の中で、その層中での質量比が20%以上であり、且つ室温(25℃)においてリン光発

光のリン光量子収率が、0.1未満の化合物と定義される。好ましくはリン光量子収率が0.01未満である。また、発光層に含有される化合物の中で、その層中での質量比が20%以上であることが好ましい。

[0154] 本発明に用いることができる発光ホストとしては、特に制限はなく、従来有機EL素子で用いられる化合物を用いることができる。代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、または、カルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体（ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも1つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。）等が挙げられる。

[0155] 本発明に用いることができる公知の発光ホストとしては正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、且つ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高T_g（ガラス転移温度）である化合物が好ましい。

[0156] また、本発明においては、従来公知の発光ホストを単独で用いてもよく、または複数種併用して用いてもよい。発光ホストを複数種用いることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。また、前記リン光ドーパントとして用いられる本発明の金属錯体及び／又は従来公知の化合物を複数種用いることで、異なる発光を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。

[0157] また、本発明に用いられる発光ホストとしては、低分子化合物でも、繰り返し単位をもつ高分子化合物でもよく、ビニル基やエポキシ基のような重合性基を有する低分子化合物（重合性発光ホスト）でもよく、このような化合物を一種または複数種用いても良い。

[0158] 公知の発光ホストの具体例としては、以下の文献に記載の化合物が挙げられる。

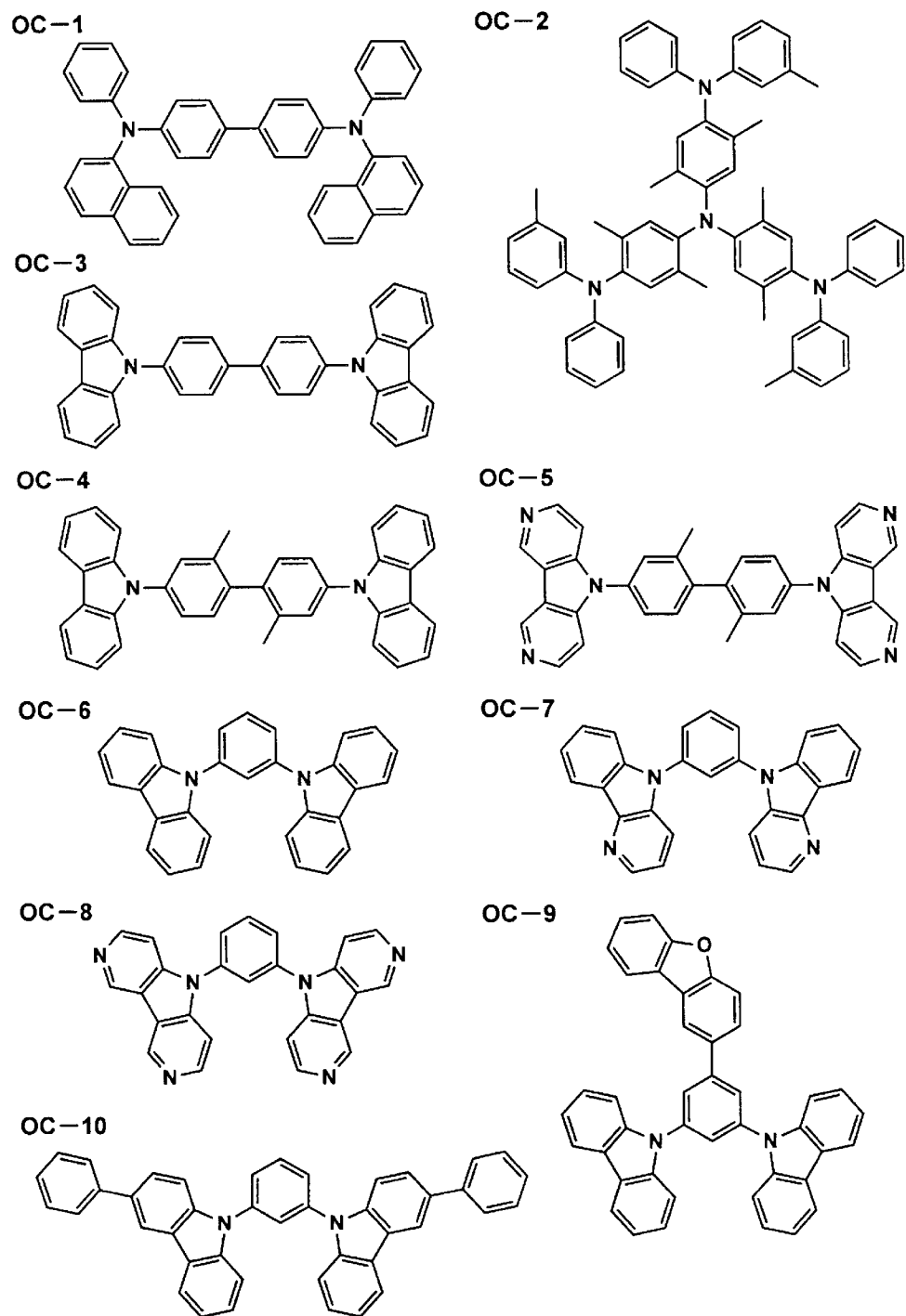
特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2

001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334787号公報、同2002-15871号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等。

[0159] 以下、本発明の有機EL素子の発光層の発光ホストとして用いられる具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

[0160]

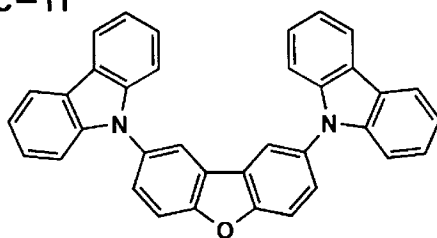
[化68]



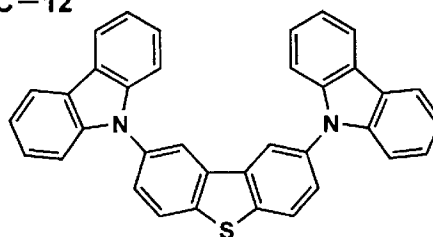
[0161]

[化69]

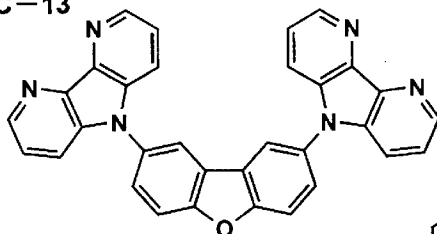
OC-11



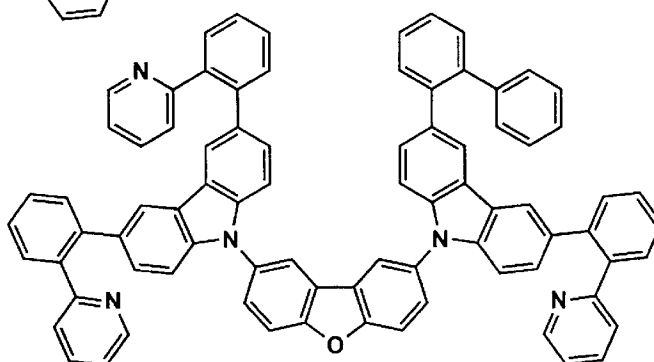
OC-12



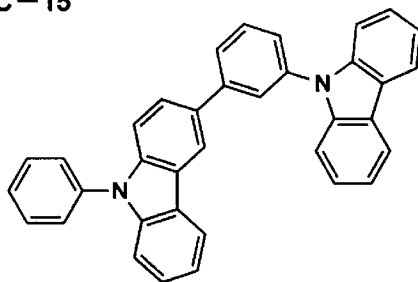
OC-13



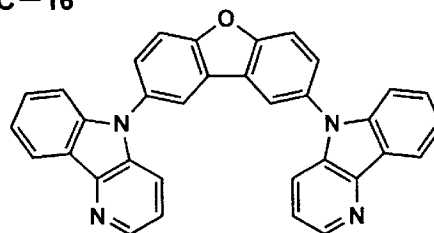
OC-14



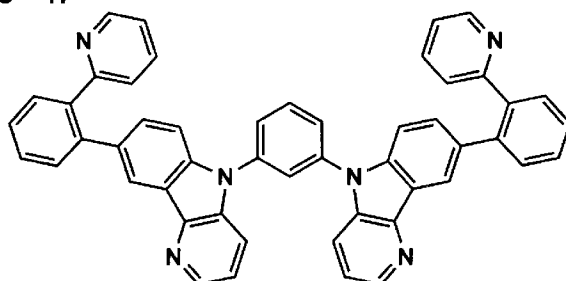
OC-15



OC-16



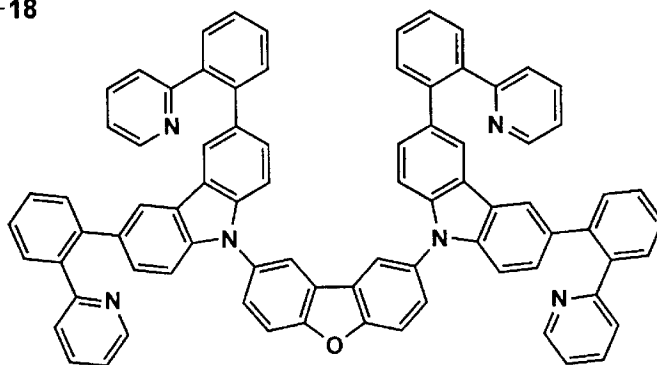
OC-17



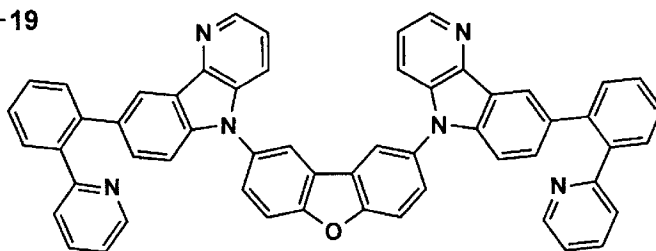
[0162]

[化70]

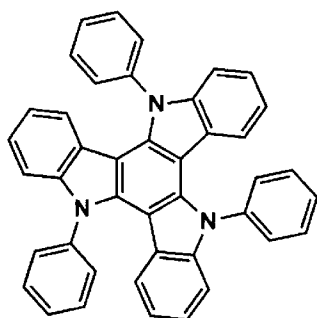
OC-18



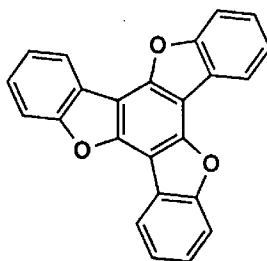
OC-19



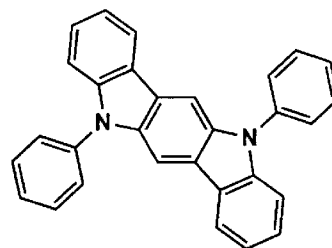
OC-20



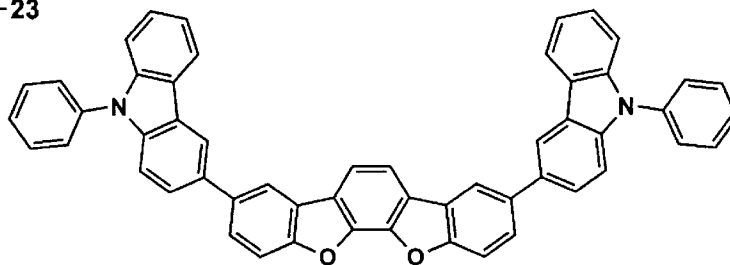
OC-21



OC-22



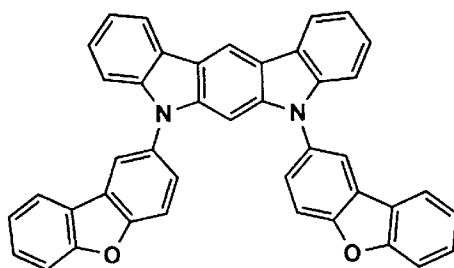
OC-23



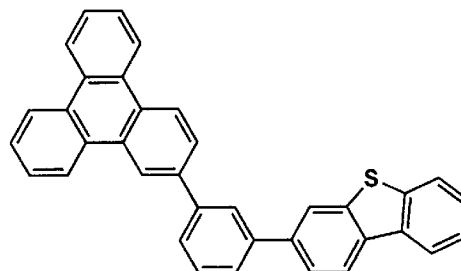
[0163]

[化71]

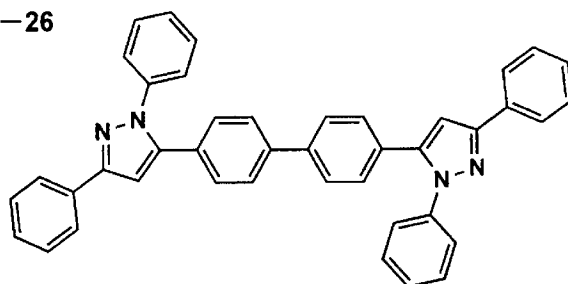
OC-24



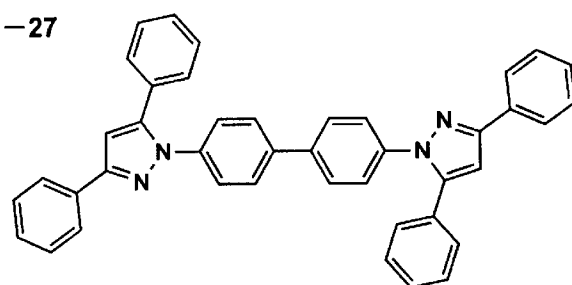
OC-25



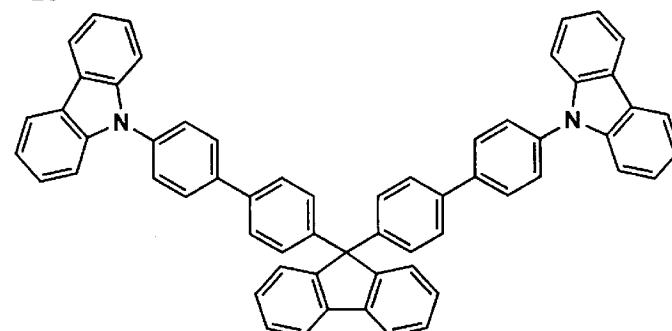
OC-26



OC-27



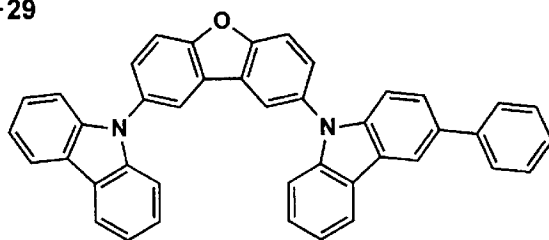
OC-28



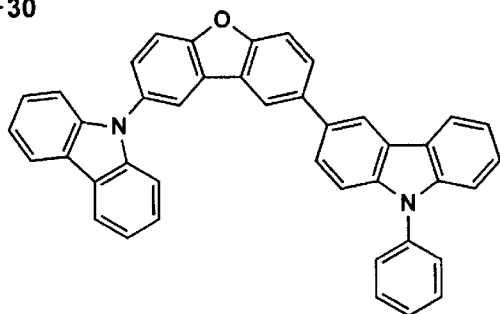
[0164]

[化72]

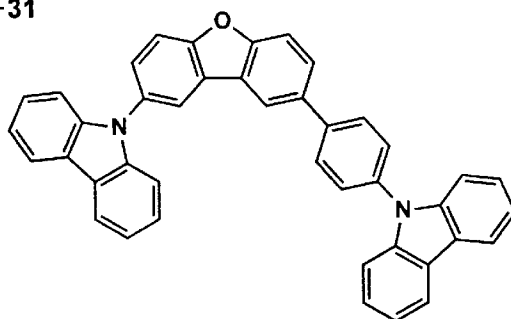
OC-29



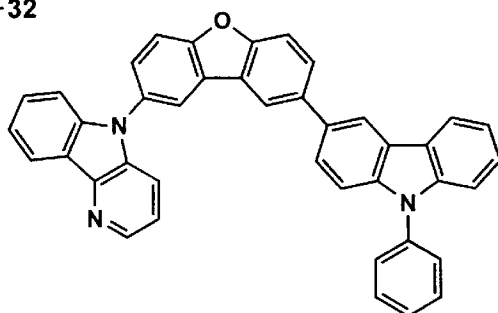
OC-30



OC-31



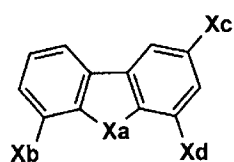
OC-32



[0165] 更に、本発明の有機EL素子の発光層の発光ホストとして特に好ましいものは、下記一般式（B）で表される化合物である。

[0166] [化73]

一般式(B)



[0167] 一般式 (B) 中、X_a は O または S を表し、X_b、X_c 及び X_d は、各々水素原子、置換基または下記一般式 (C) で表される基を表し、X_b、X_c 及び X_d のうち少なくとも 1 つは下記一般式 (C) で表され、該一般式 (C) で表される基のうち少なくとも 1 つは A_r がカルバゾリル基を表す。

[0168] [化74]

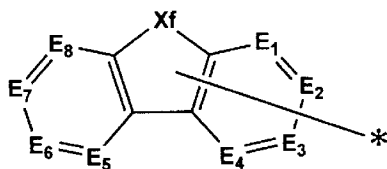
一般式(C)



[0169] 一般式 (C) 中、L₄ は芳香族炭化水素環または芳香族複素環から導出される 2 価の連結基を表す。n は 0 ~ 3 の整数を表し、n が 2 以上の場合複数の L₄ は互いに同じであっても異なってもよい。* は一般式 (B) との連結部位を表す。A_r は下記一般式 (D) で表される基を表す。

[0170] [化75]

一般式(D)



[0171] 一般式 (D) 中、X_f は N (R'')、O または S を表し、E₁ ~ E₈ は C (R''₁) または N を表し、R'' 及び R''₁ は水素原子、置換基または L₄ との連結部位を表す。* は L₄ との連結部位を表す。

[0172] 上記一般式 (B) で表される化合物においては、好ましくは、X_b、X_c 及び X_d のうち少なくとも 2 つが一般式 (C) で表され、より好ましくは、X_b が一般式 (C) で表され、且つ一般式 (C) の A_r が置換基を有していてもよいカルバゾリル基を表し、更に好ましくは、X_b が一般式 (C) で表され、且つ一般式 (C) の A_r が置換基を有していてもよい N 位で L₄ と連結したカルバゾリル基を表す。

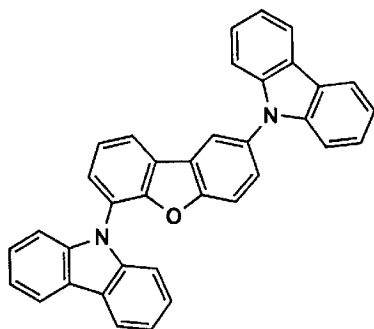
また、X_c が一般式 (C) で表されることが好ましく、更に X_d が水素原子であることが好ましい。

[0173] 以下に、本発明の有機 EL 素子の発光層のホスト化合物 (発光ホストとも

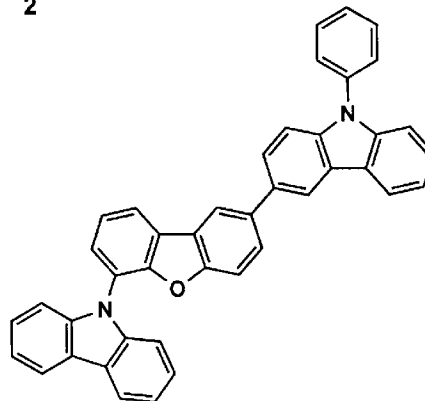
いう)として好ましく用いられる一般式(B)で表される化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

[0174] [化76]

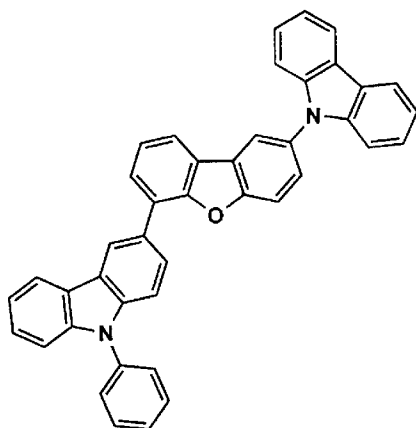
1



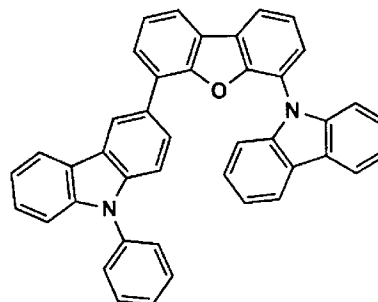
2



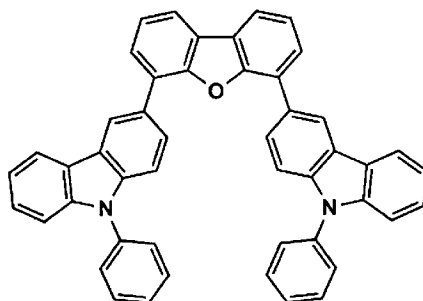
3



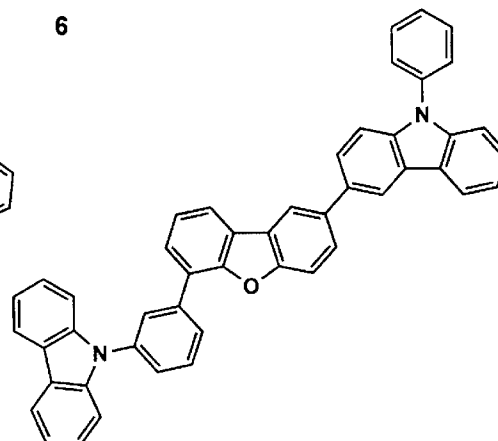
4



5



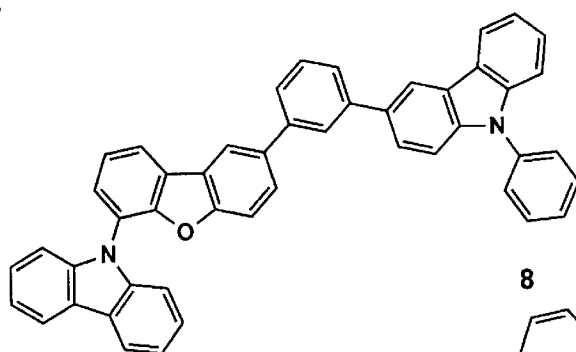
6



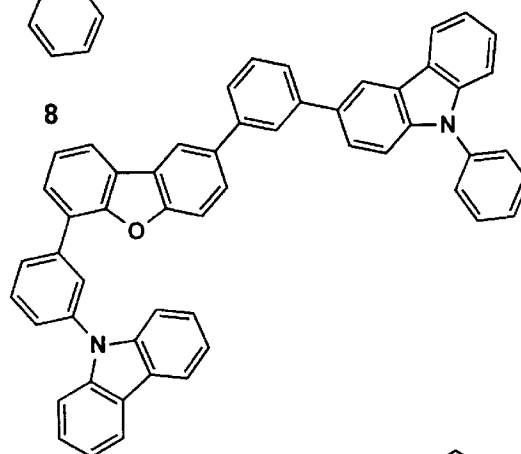
[0175]

[化77]

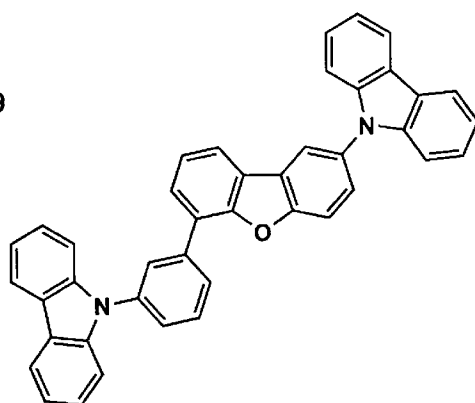
7



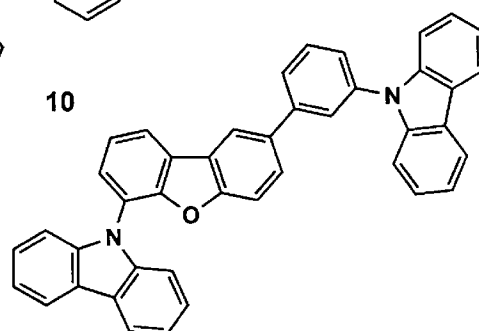
8



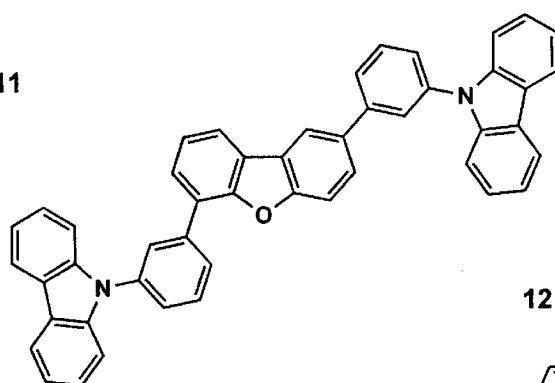
9



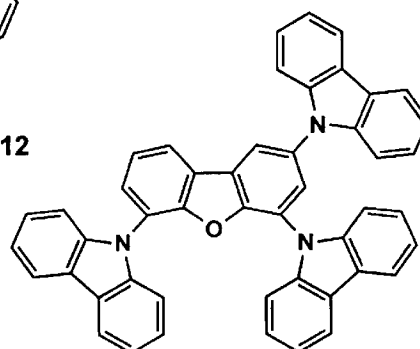
10



11



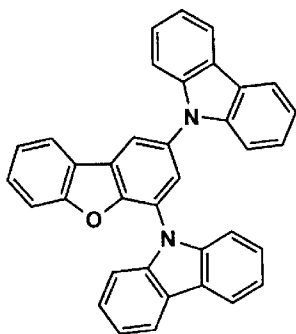
12



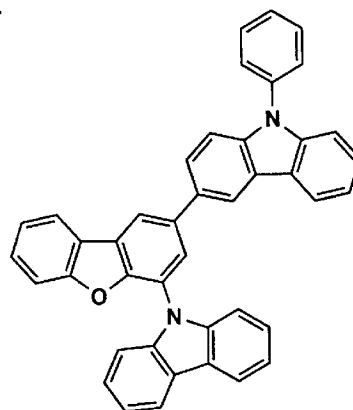
[0176]

[化78]

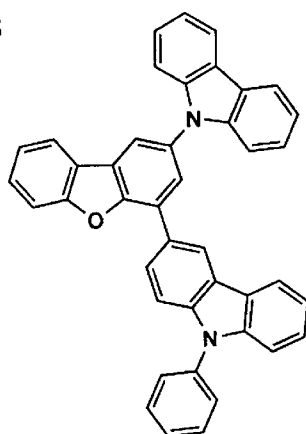
13



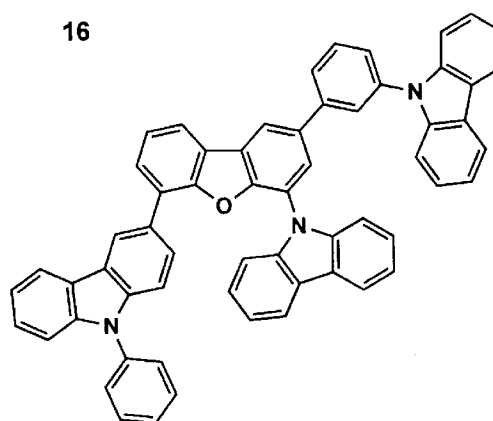
14



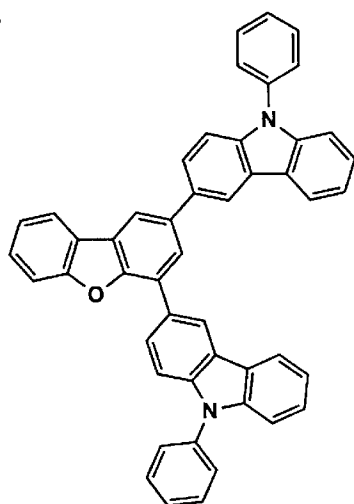
15



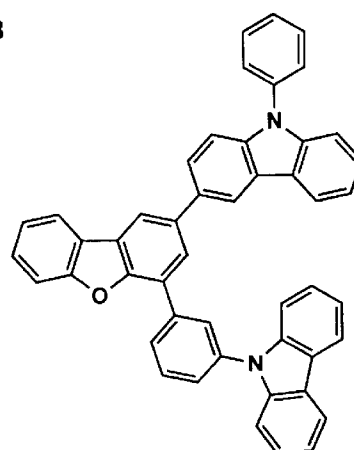
16



17



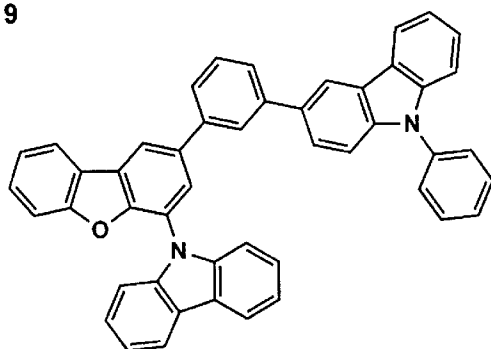
18



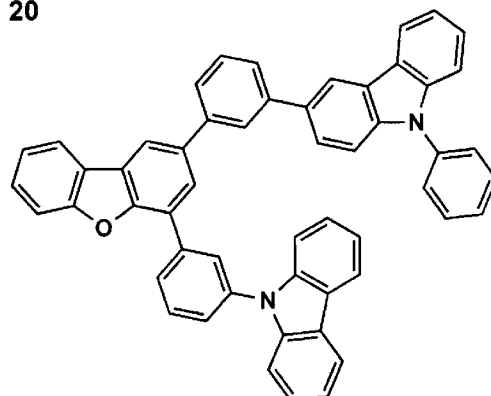
[0177]

[化79]

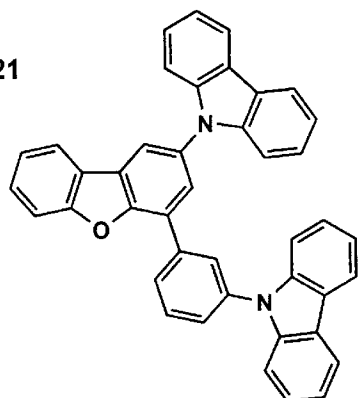
19



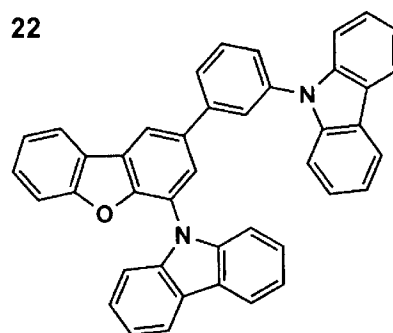
20



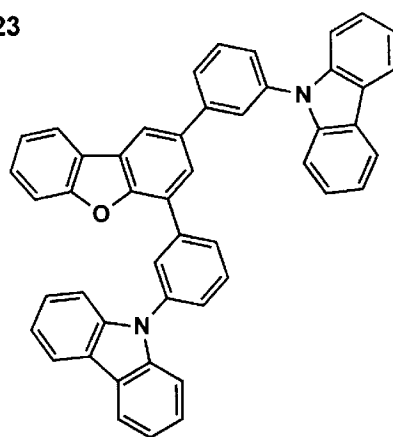
21



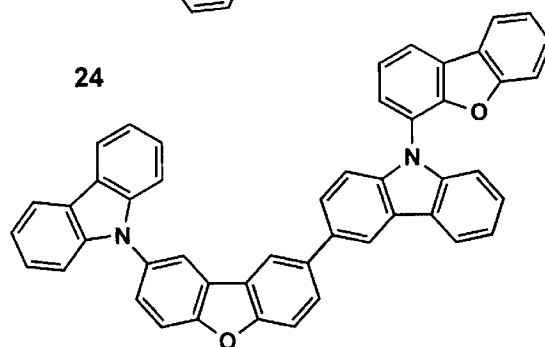
22



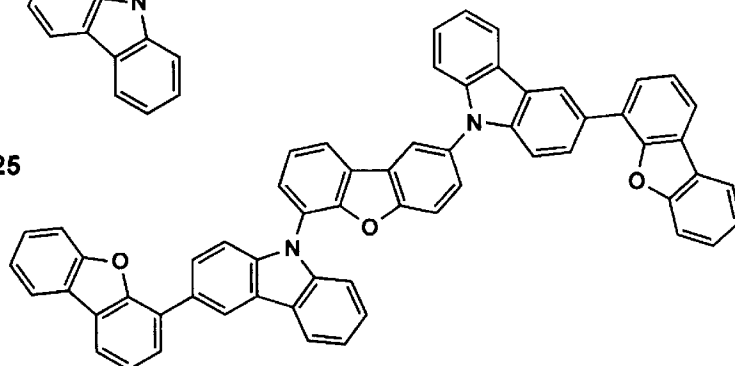
23



24



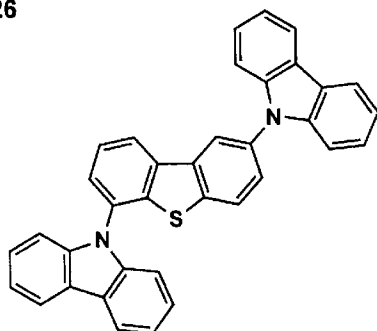
25



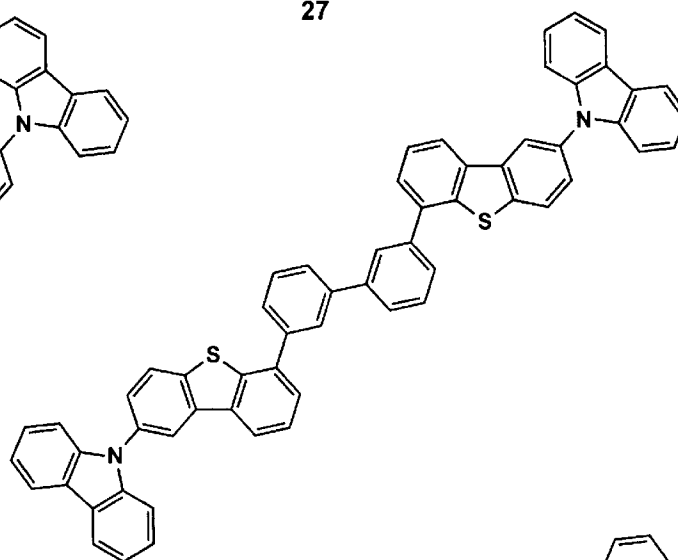
[0178]

[化80]

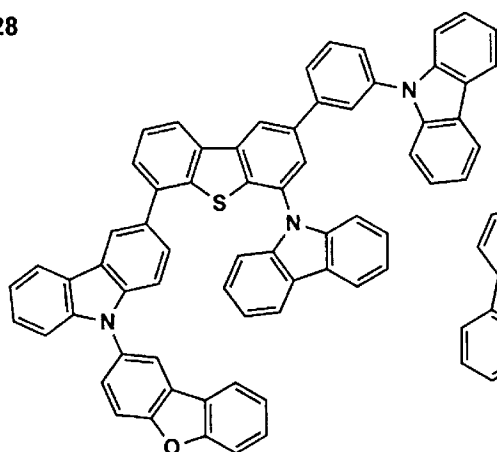
26



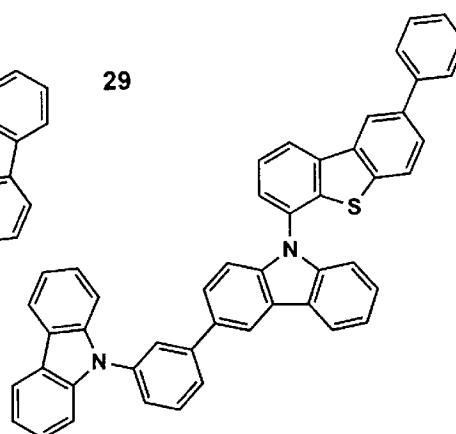
27



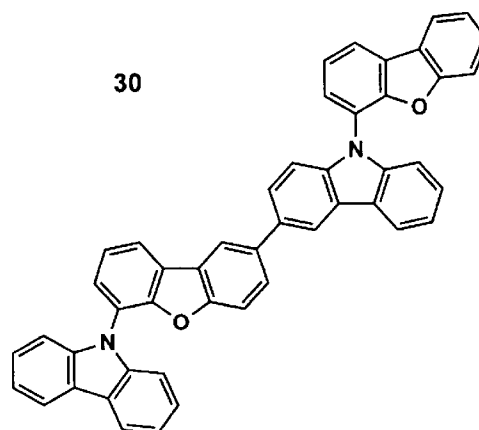
28



29

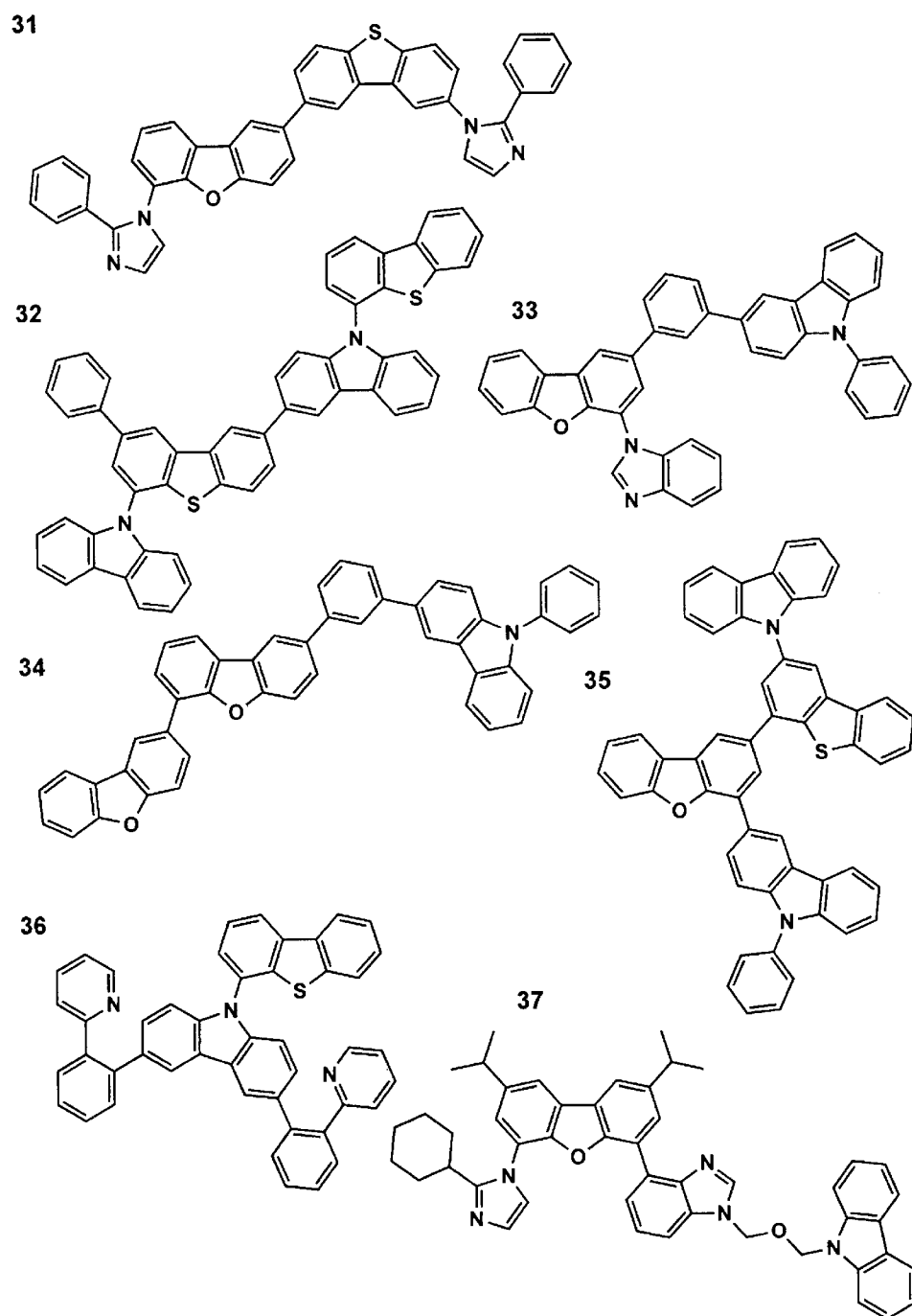


30



[0179]

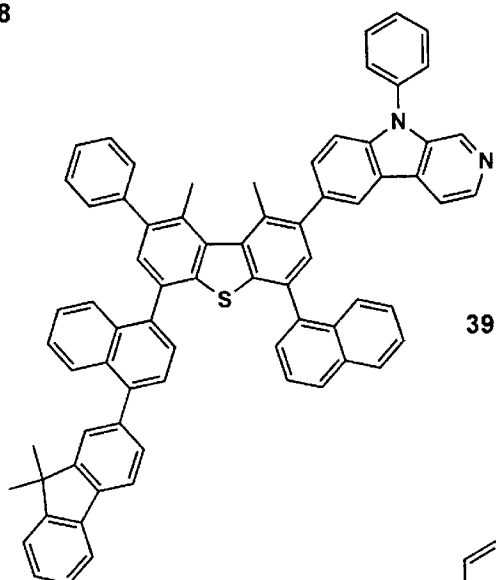
[化81]



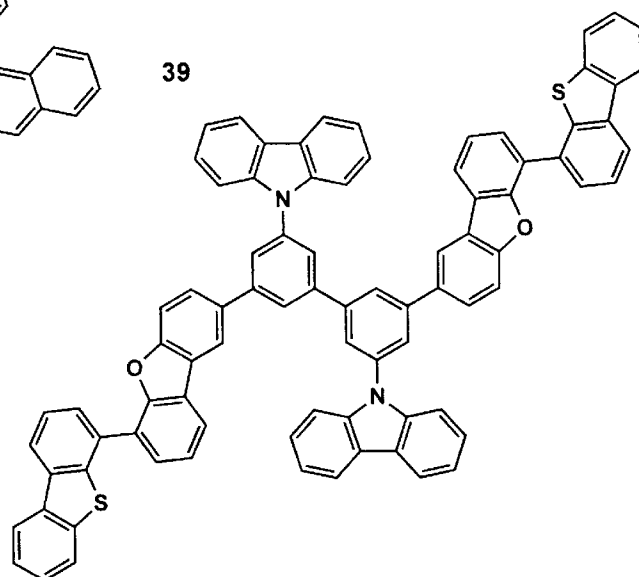
[0180]

[化82]

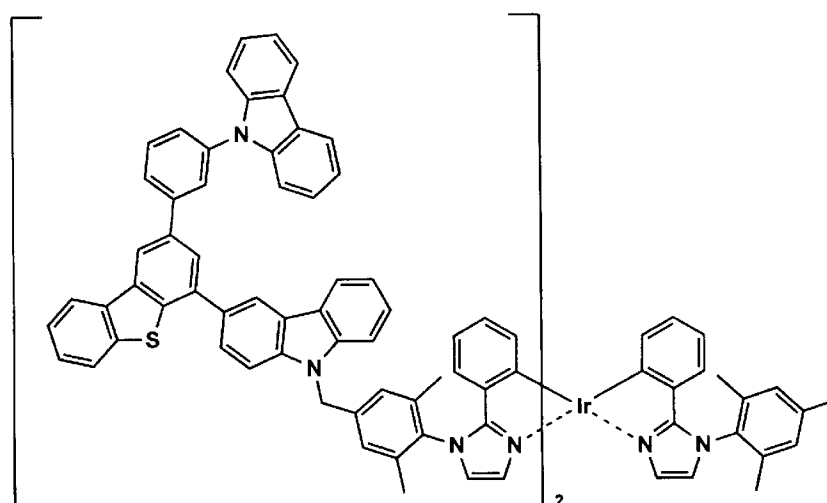
38



39

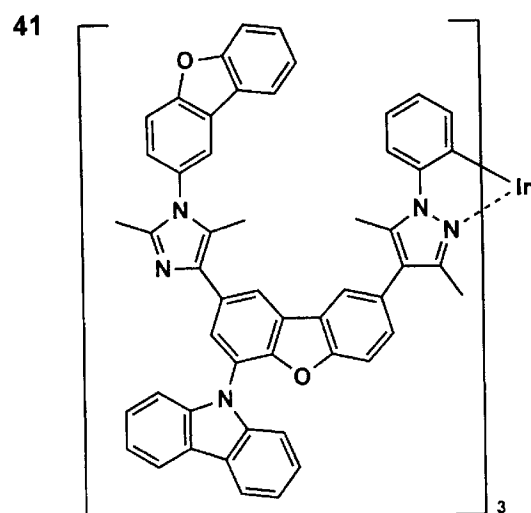


40

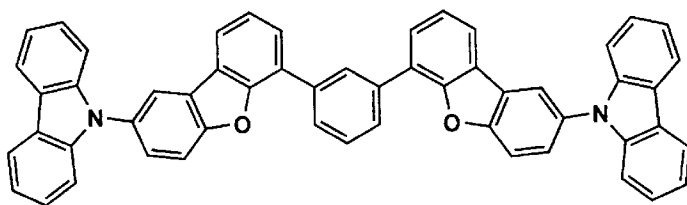


[0181]

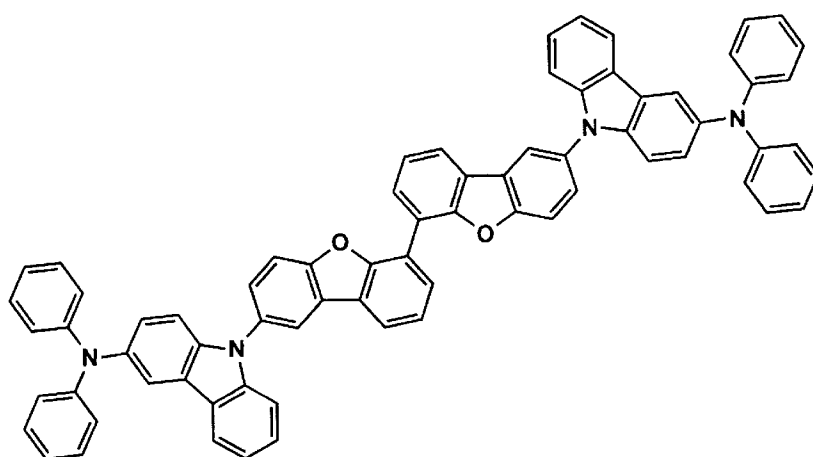
[化83]



42



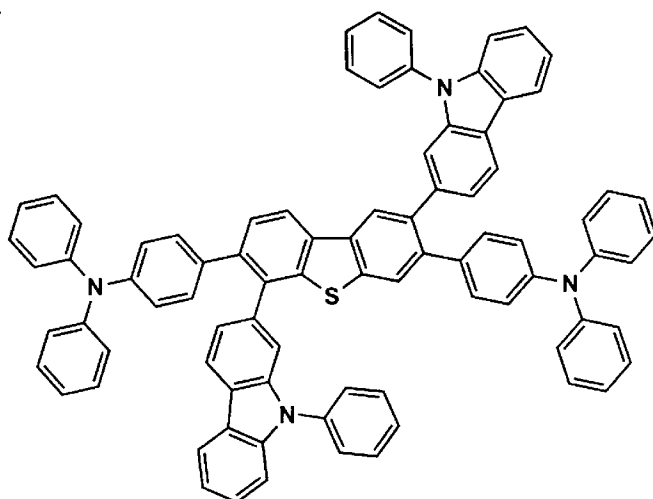
43



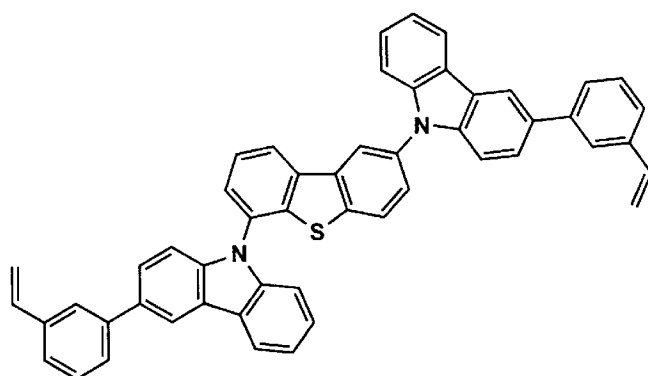
[0182]

[化84]

44

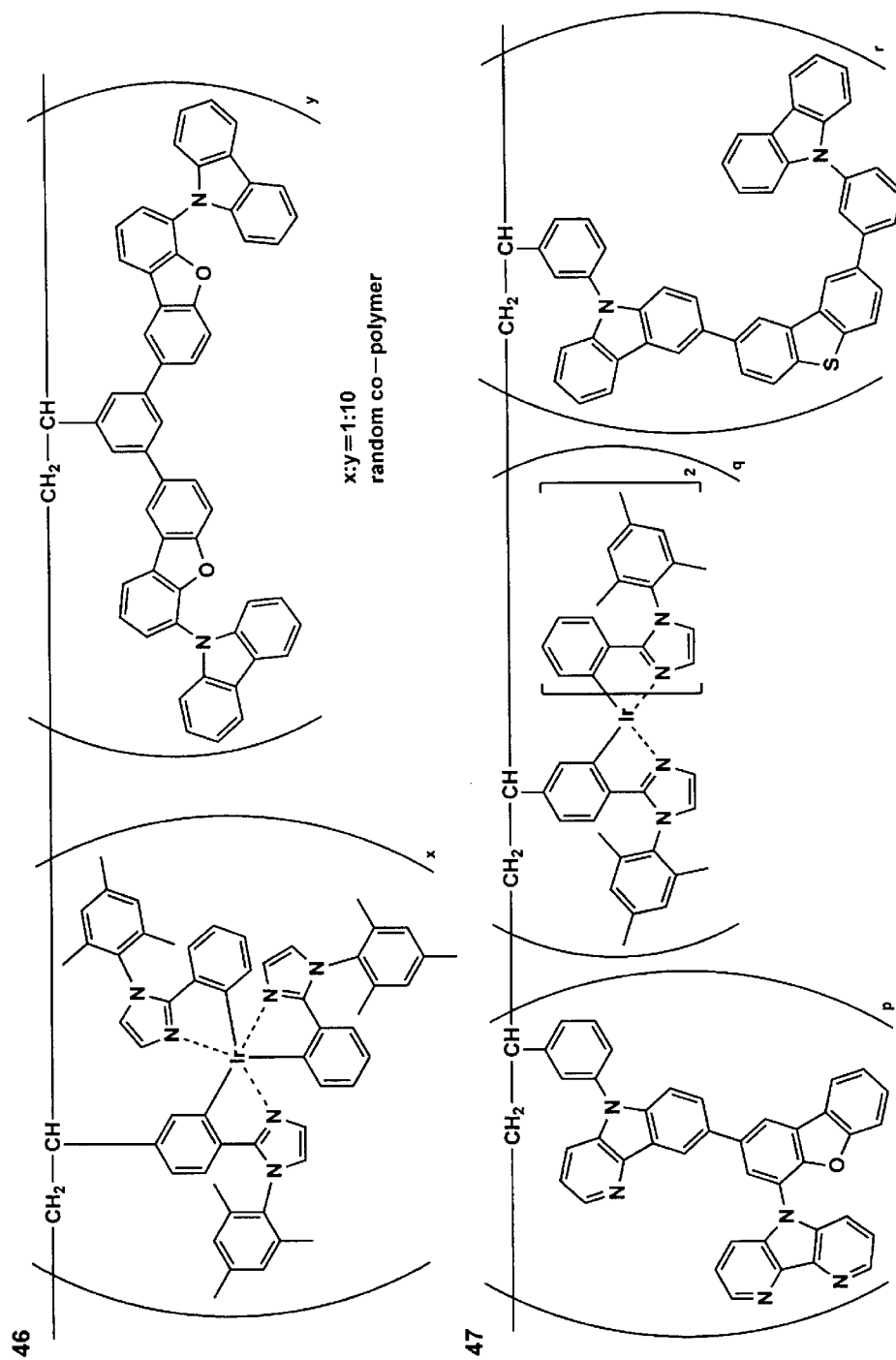


45



[0183]

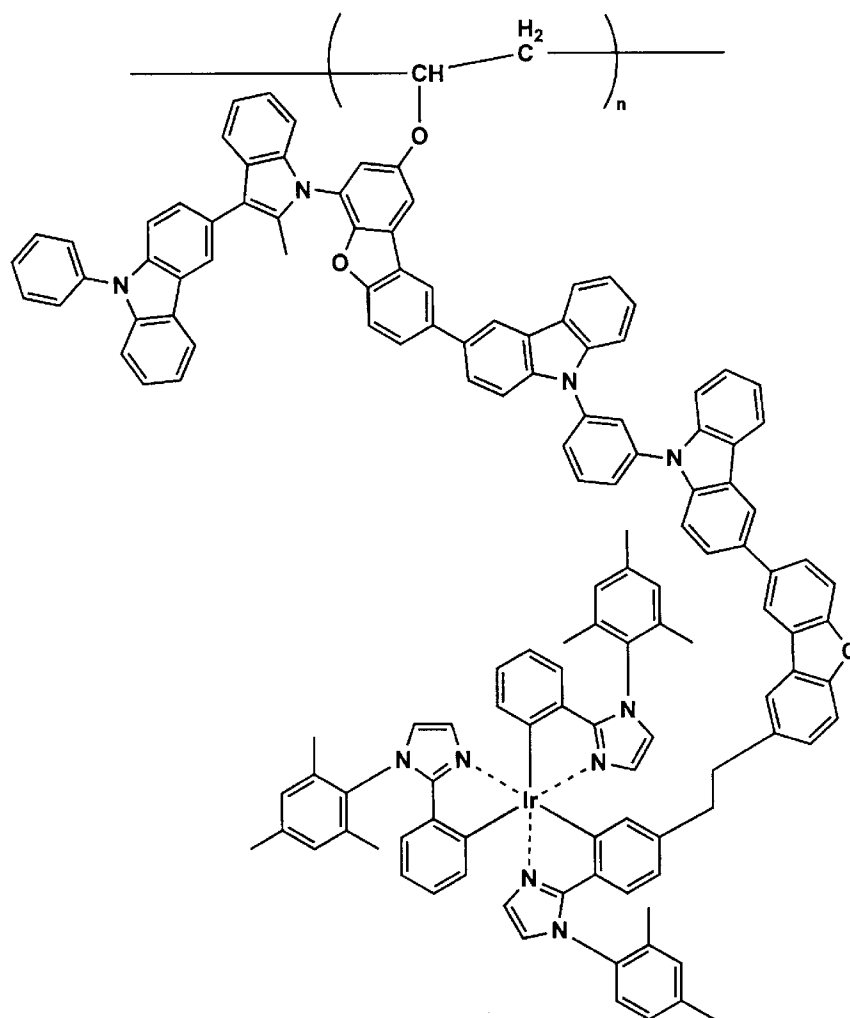
[化85]



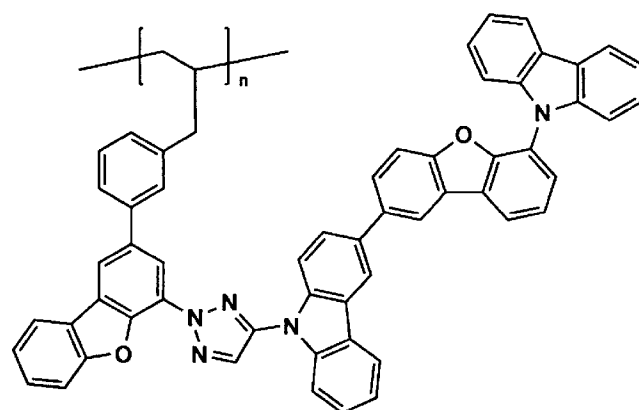
[0184]

[化86]

48



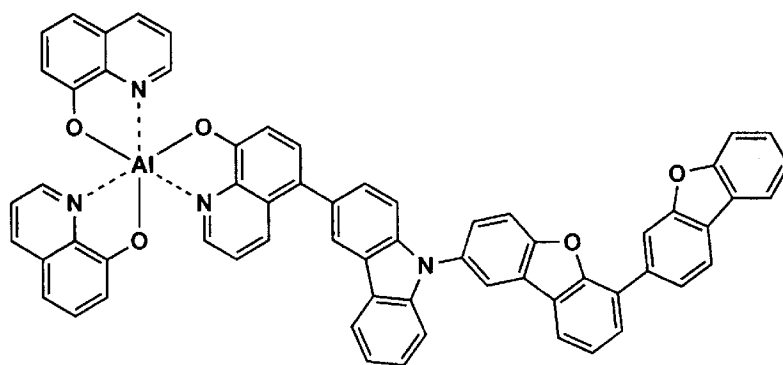
49



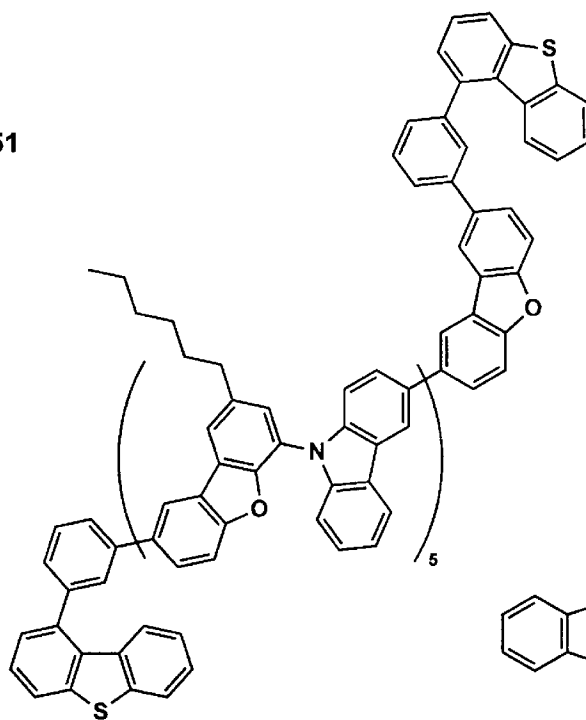
[0185]

[化87]

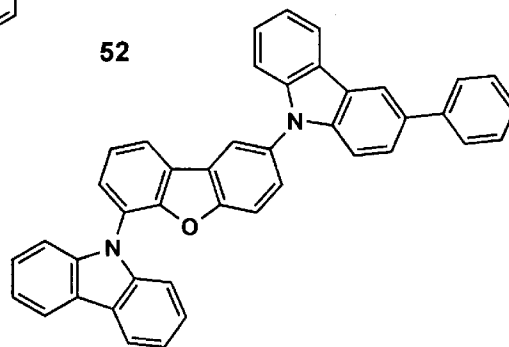
50



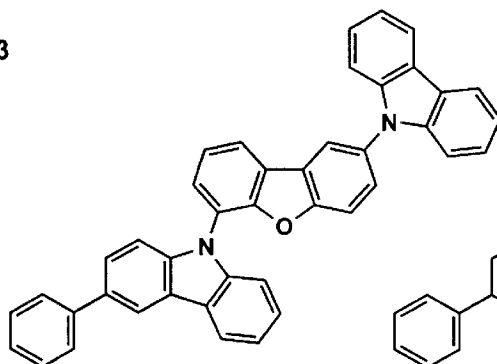
51



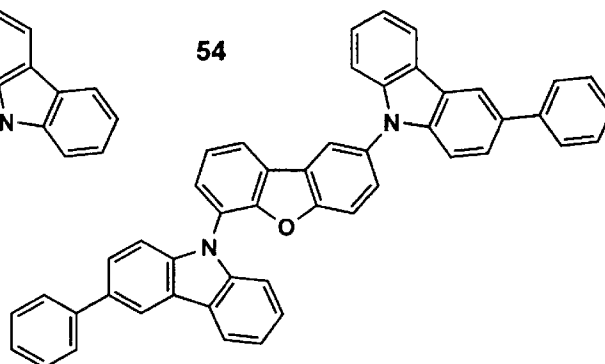
52



53



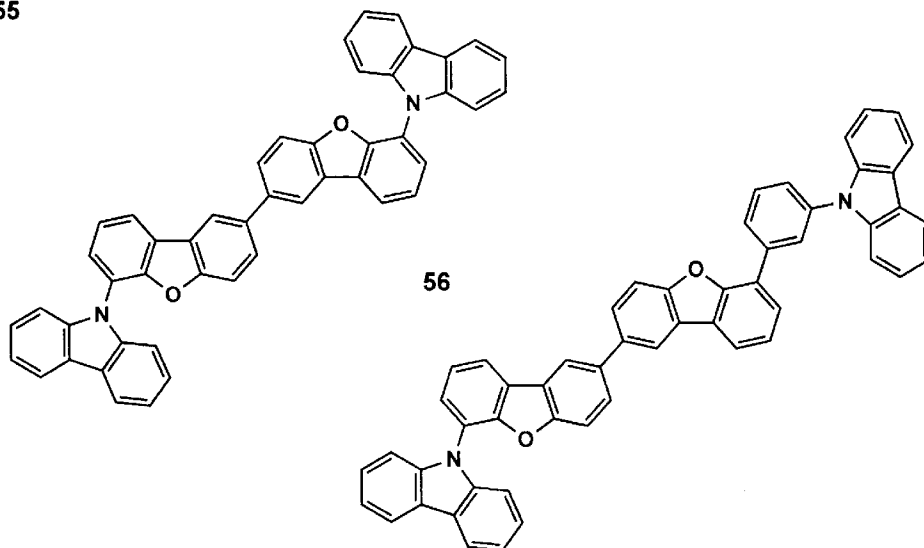
54



[0186]

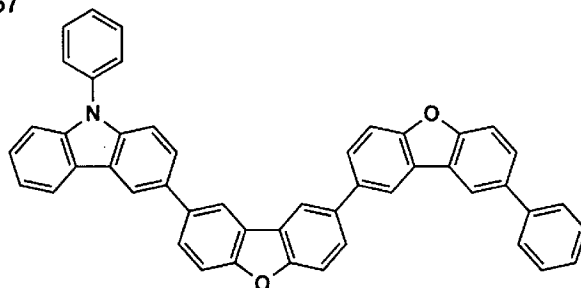
[化88]

55



56

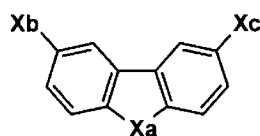
57



[0187] また、本発明の有機EL素子の発光層の発光ホストとして、下記一般式（B'）で表される化合物も、特に好ましく用いられる。

[0188] [化89]

一般式(B')



[0189] 一般式（B'）中、XaはOまたはSを表し、Xb及びXcは、各々置換基または下記一般式（C）で表される基を表し、XbまたはXcのうち少なくとも1つは上記した一般式（C）を表し、該一般式（C）で表される基のうち少なくとも1つはArがカルバゾリル基を表す。

[0190] 上記一般式（B'）で表される化合物においては、好ましくは、Xb及びXcのうち少なくとも一方が一般式（C）で表され、より好ましくは、一般式（C）のArが置換基を有していてもよいカルバゾリル基を表し、更に好

ましくは、一般式 (C) の A_r が置換基を有していてもよい N 位で L_2 と連結したカルバゾリル基を表す。

[0191] 本発明の有機 EL 素子の発光層のホスト化合物（発光ホストともいう）として好ましく用いられる一般式 (B') で表される化合物は、具体的には、先に発光ホストとして用いられる具体例として挙げた、OC-9、OC-11、OC-12、OC-14、OC-18、OC-29、OC-30、OC-31、OC-32 が挙げられるが、本発明はこれらに限定されない。

[0192] また、本発明においては、発光層に、青色リン光発光性ドーパントとして上記した一般式 (I) で表されるオルトメタルイリジウム錯体と、以下に説明する特定のホスト化合物と、を含有する場合、該発光層全体に対する該青色リン光発光性ドーパント含有量を 3～5 質量%としても、低電圧、且つ駆動経時での色度安定性が高い有機エレクトロルミネッセンス素子を得ることができる。

[0193] 本発明では、ドーパント含有量が 3～5 質量%の範囲という低濃度ドーブ系であっても発光層内のホスト化合物の構造を規定することによって、低電圧化と色度安定性の向上に成功したものである。この効果は結合軸起因の数多くのコンフォーマーが存在し得る下記一般式 (A) で表される構造を有するホスト化合物を用いることで、該ホスト化合物がドーパントを取り囲みながら、該ドーパントを系内に均一に分散させる効果を有しているためと推測している。また、配位子のゆらぎが抑えられた本発明に好ましい錯体ドーパントを用いた場合に、更に低電圧、且つ駆動経時での色度安定性が向上する。

[0194] そのようなホスト化合物としては、下記一般式 (A) で表される構造を有する。

[0195] 一般式 (A) : $-(A_r)_n-$

〔式中、 A_r は置換、又は縮合しても良い芳香族炭化水素環又は芳香族複素環であり、 n は 5～11 の整数である。〕

[0196] 一般式 (A) において、 A_r で表される芳香族炭化水素環としては、例え

ば、ベンゼン環、ビフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、*o*-テルフェニル環、*m*-テルフェニル環、*p*-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。

[0197] 一般式 (A) において、 A_r で表される芳香族複素環としては、例えば、シロール環、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズチアゾール環、ベンズオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、チエノチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環（カルバゾール環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを表す）、ジベンゾシロール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ベンゾチオフェン環やジベンゾフラン環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わった環、ベンゾジフラン環、ベンゾジチオフェン環、アクリジン環、ベンゾキノリン環、フェナジン環、フェナントリジン環、フェナントロリン環、サイクラジン環、キンドリン環、テペニジン環、キニンドリン環、トリフェノジチアジン環、トリフェノジオキサジン環、フェナントラジン環、アントラジン環、ペリミジン環、ナフトフラン環、ナフトチオフェン環、ナフトジフラン環、ナフトジチオフェン環、アントラフラン環、アントラジフラン環、アントラチオフェン環、アントラジチオフェン環、チアントレン環、フェノキサチイン環、ジベンゾカルバゾール環、インドロカルバゾール環、ジチエノベンゼン環等が挙げられる。

[0198] 一般式 (A) において A_r で表されるこれらの環は、置換基を1つ以上有していてもよく、更に置換基同士が互いに結合して環を形成してもよい。置換基としては、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アル

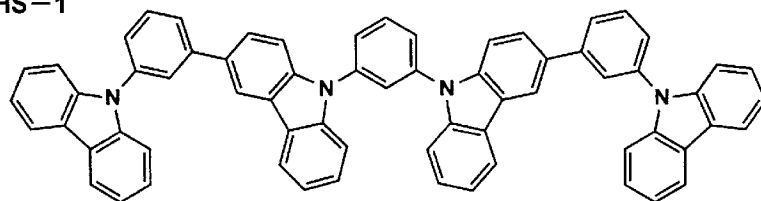
キル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。アリール基及びヘテロアリール基としては、前述の一般式（A）においてA_rで表される芳香族炭化水素環及び芳香族複素環から導き出される1価の基が挙げられる。

[0199] 以下に、本発明において、一般式（A）で表されるホスト化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

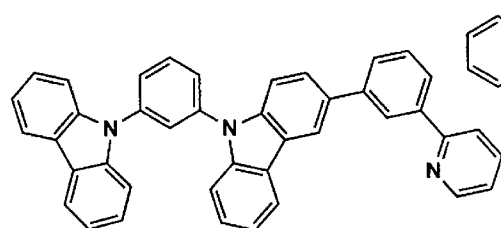
[0200]

[化90]

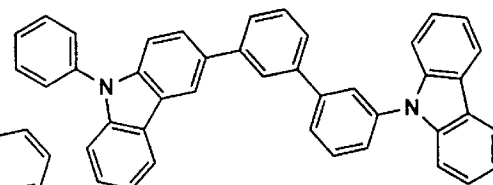
HS-1



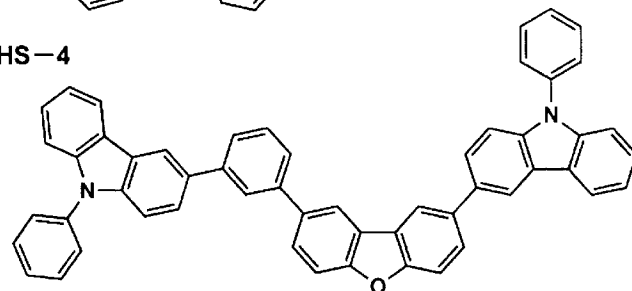
HS-2



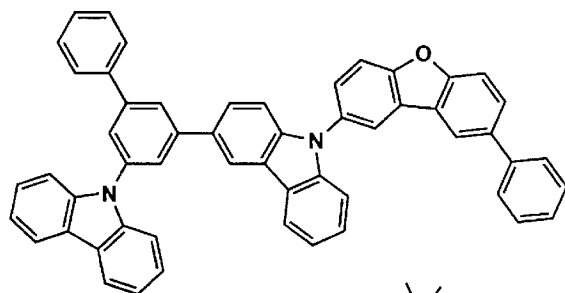
HS-3



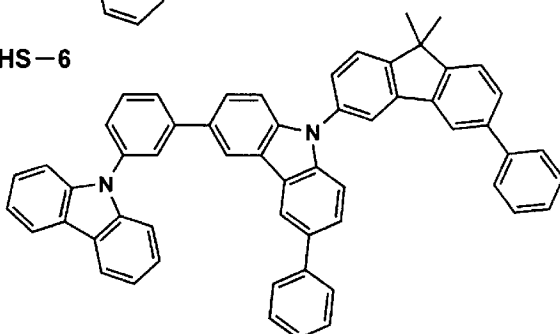
HS-4



HS-5



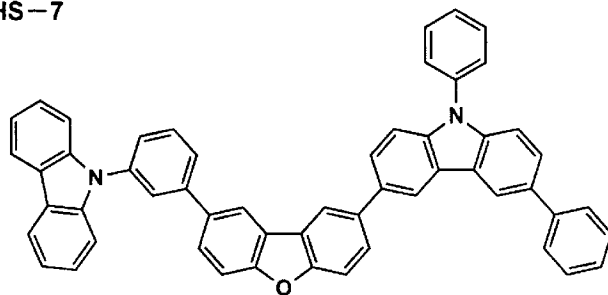
HS-6



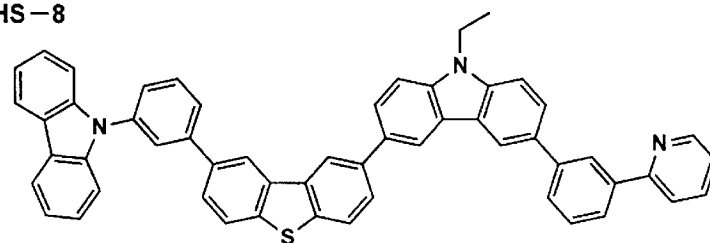
[0201]

[化91]

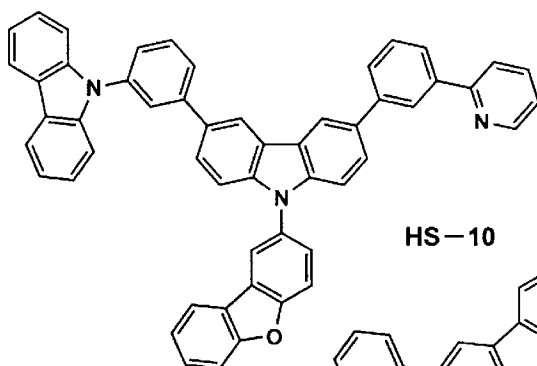
HS-7



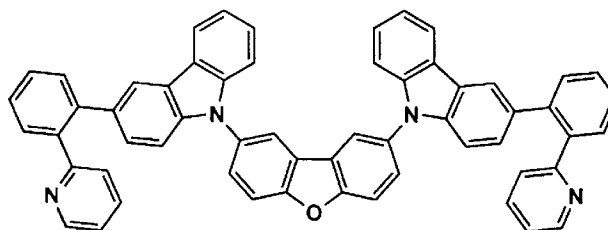
HS-8



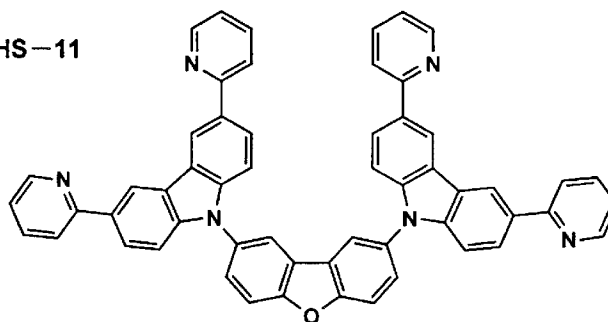
HS-9



HS-10



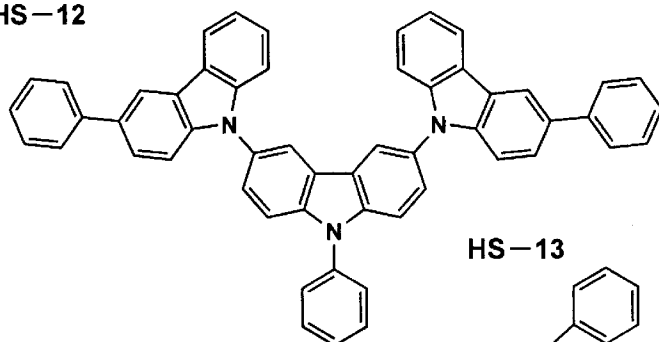
HS-11



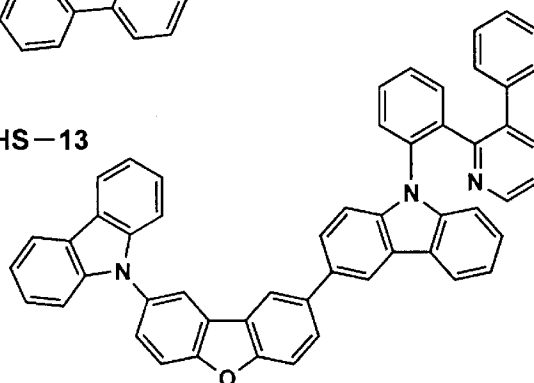
[0202]

[化92]

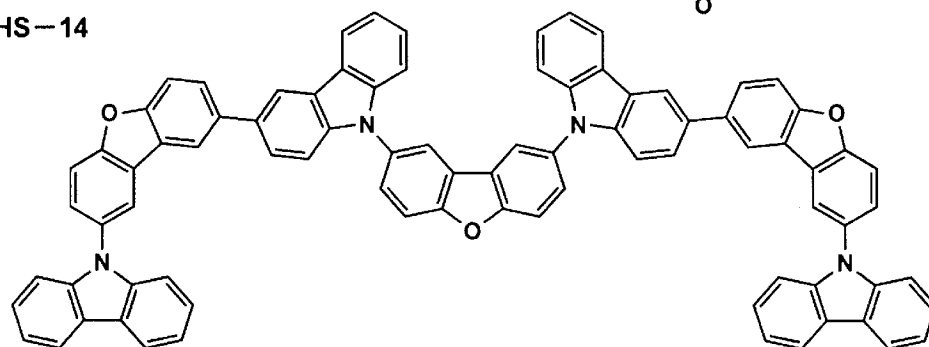
HS-12



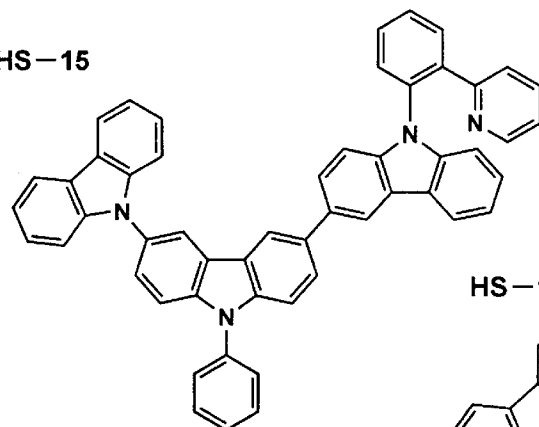
HS-13



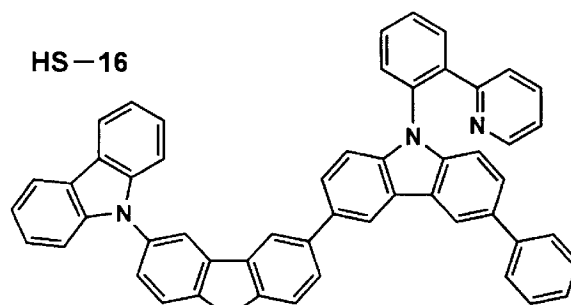
HS-14



HS-15



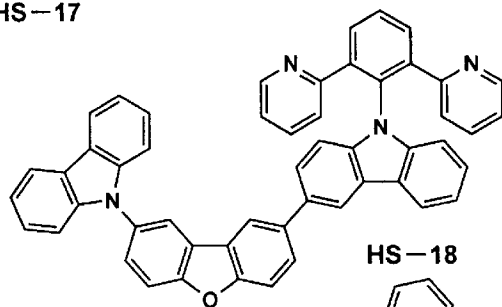
HS-16



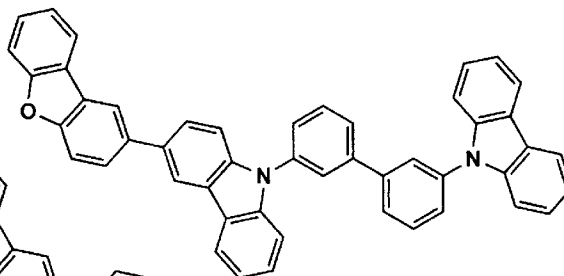
[0203]

[化93]

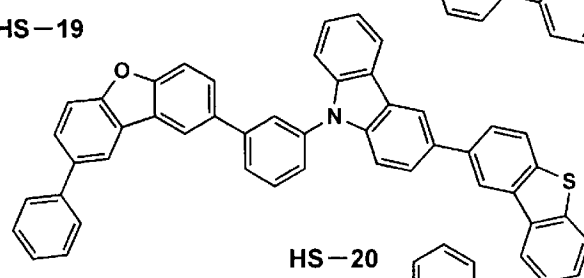
HS-17



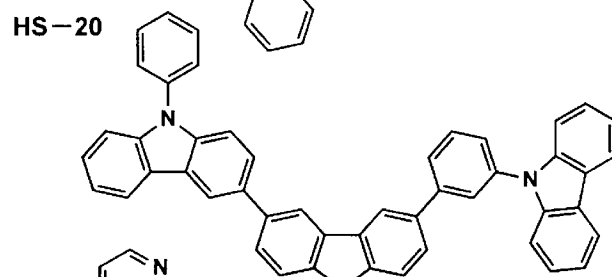
HS-18



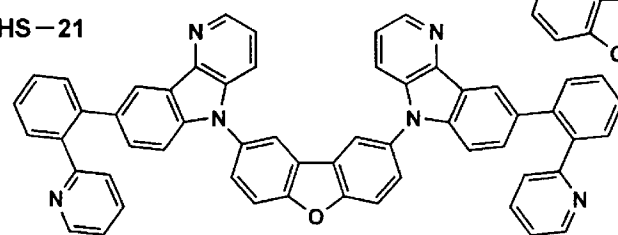
HS-19



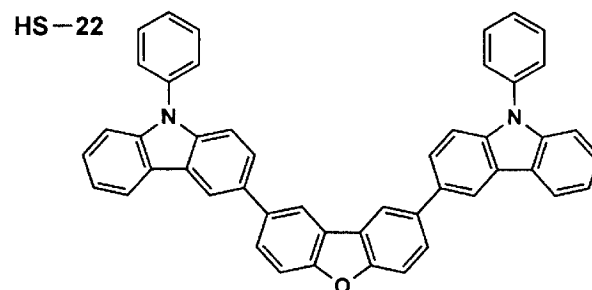
HS-20



HS-21



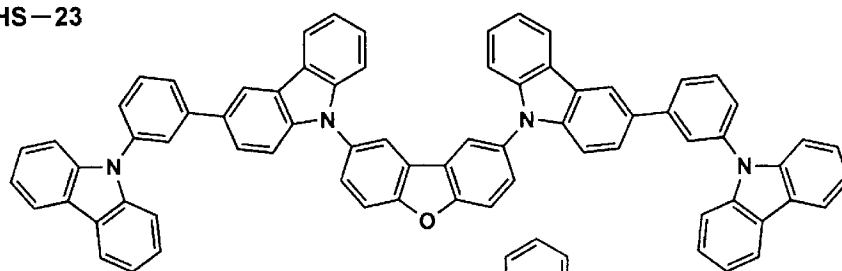
HS-22



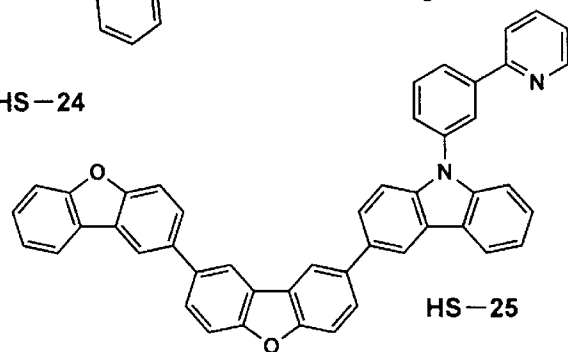
[0204]

[化94]

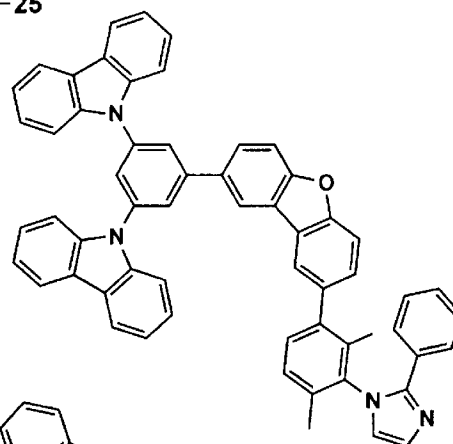
HS-23



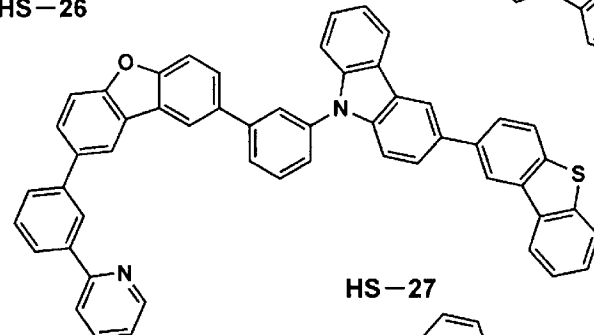
HS-24



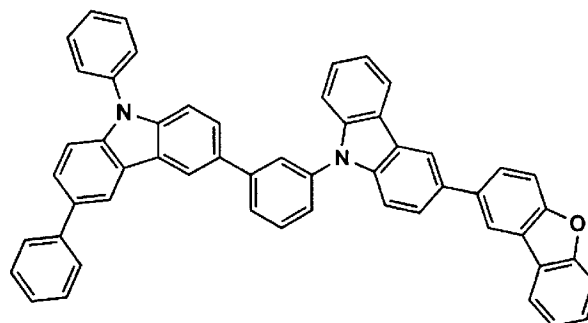
HS-25



HS-26



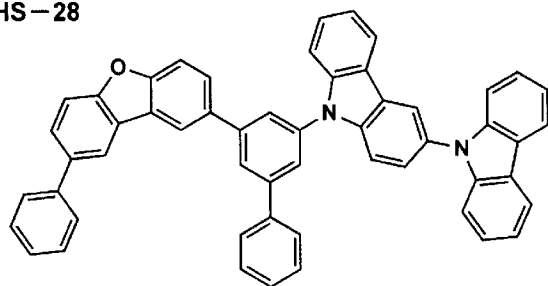
HS-27



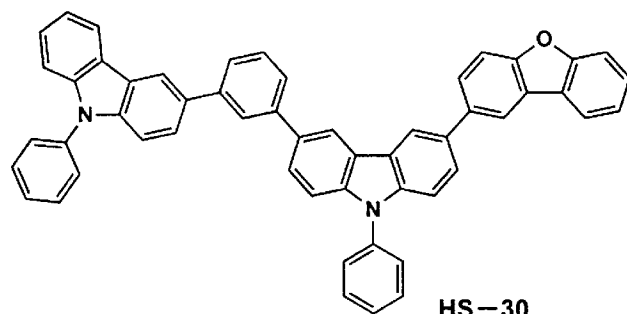
[0205]

[化95]

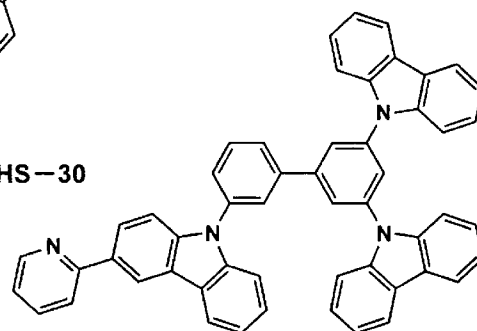
HS-28



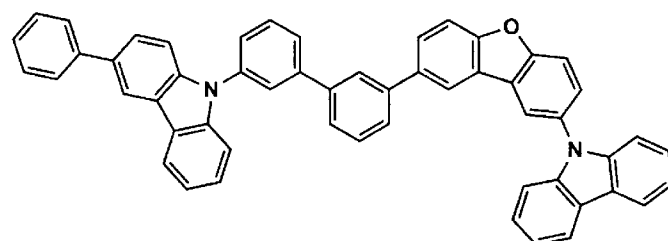
HS-29



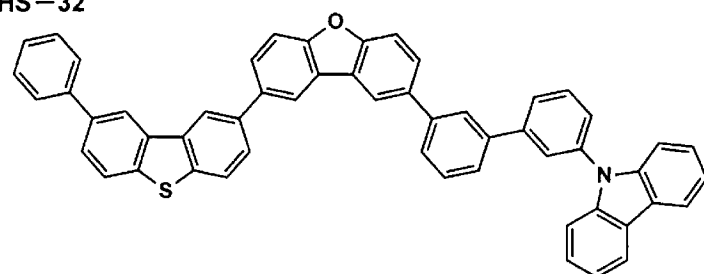
HS-30



HS-31



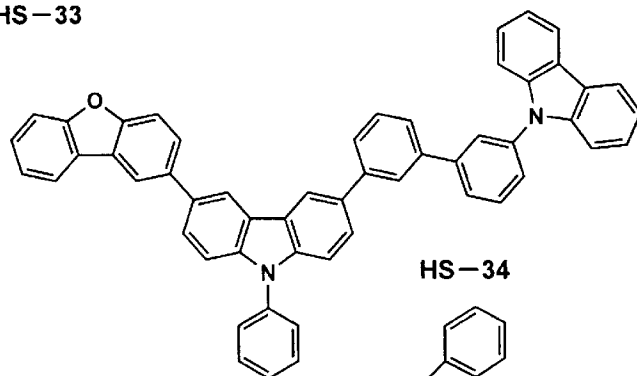
HS-32



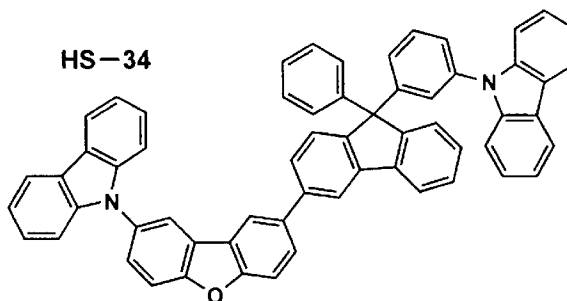
[0206]

[化96]

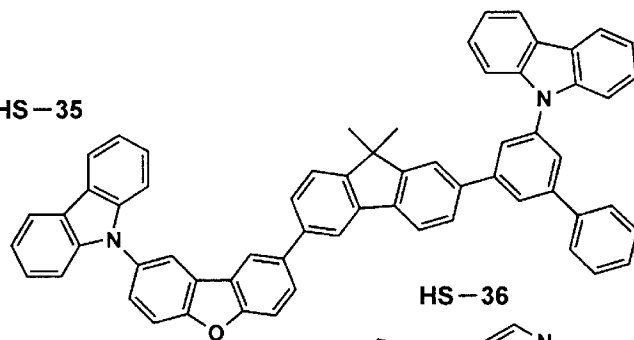
HS-33



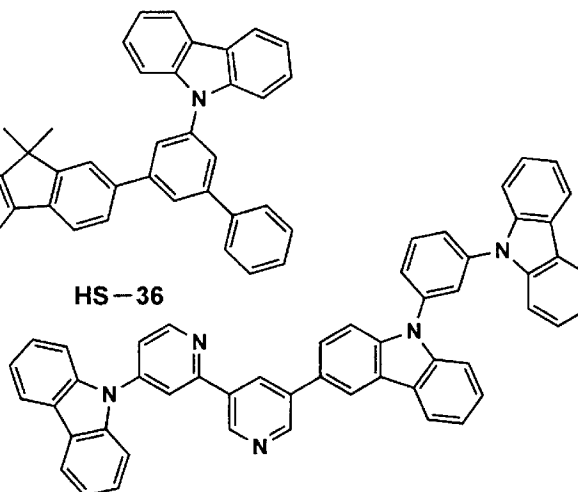
HS-34



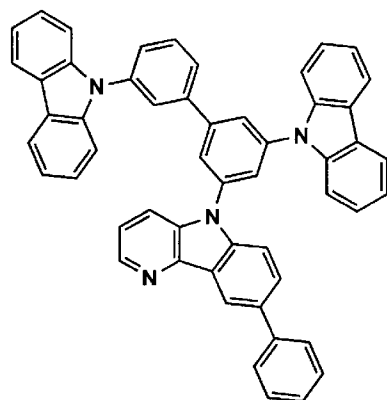
HS-35



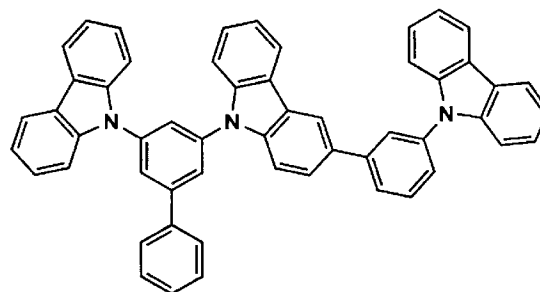
HS-36



HS-37

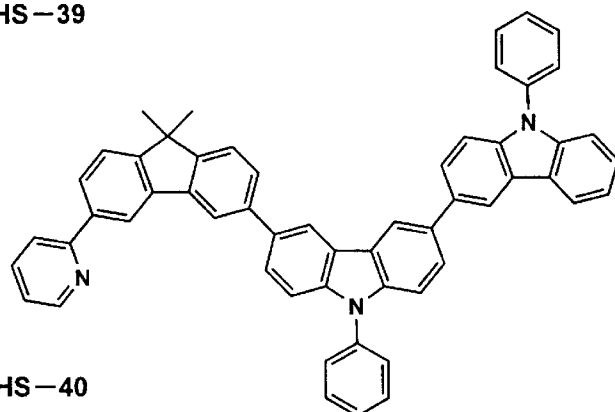


HS-38

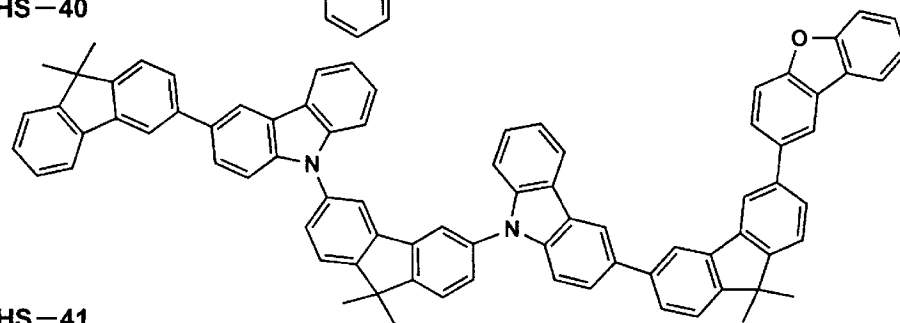


[0207]

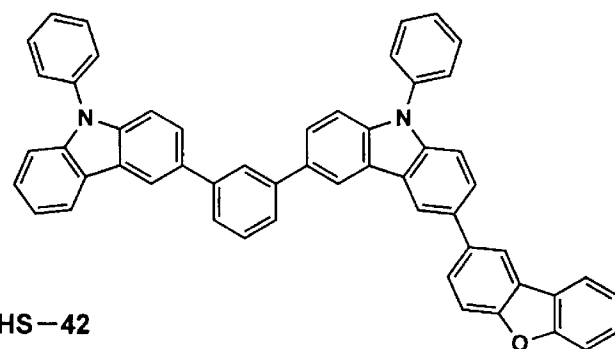
HS-39



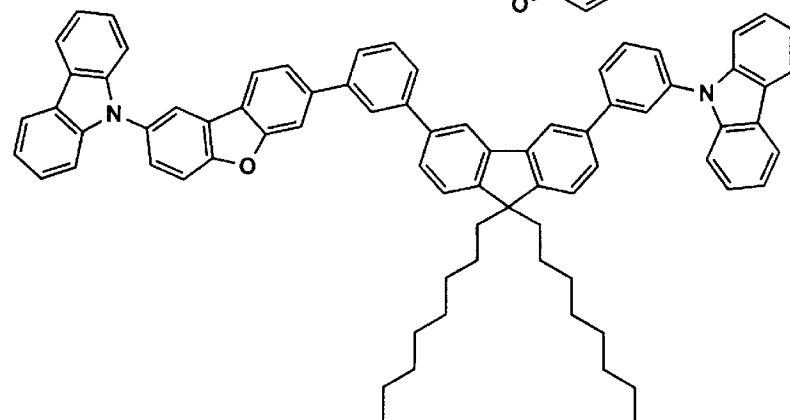
HS-40



HS-41



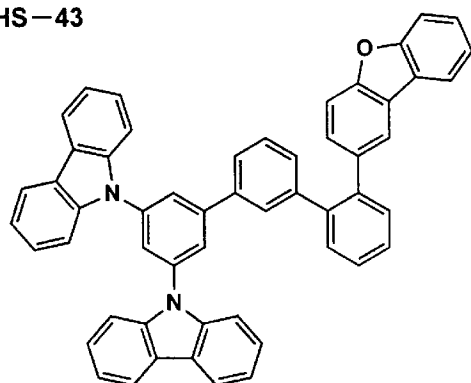
HS-42



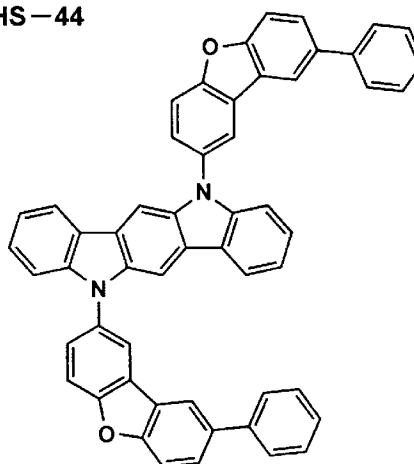
[0208]

[化98]

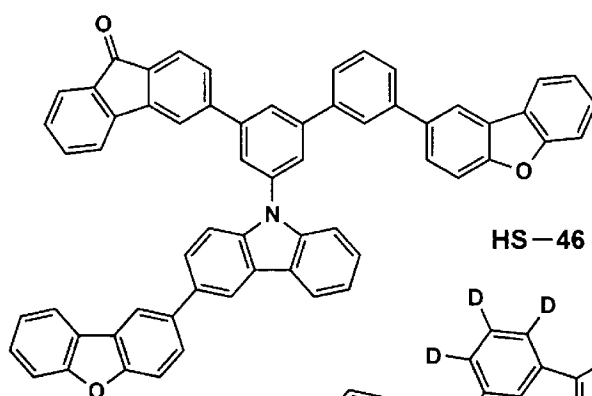
HS-43



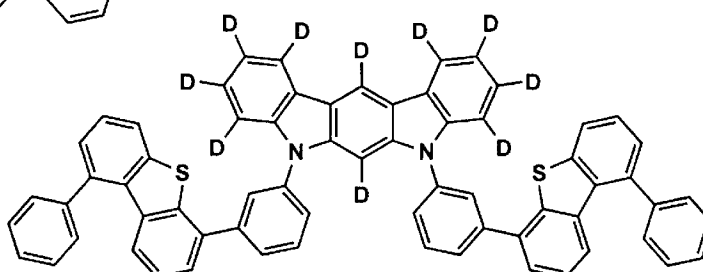
HS-44



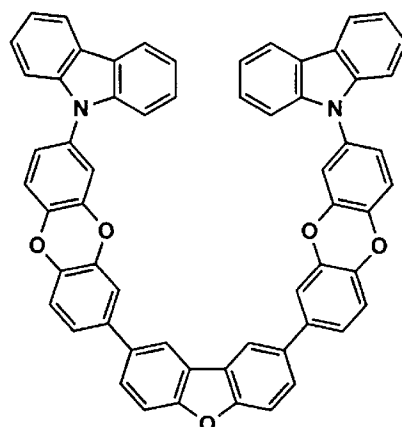
HS-45



HS-46



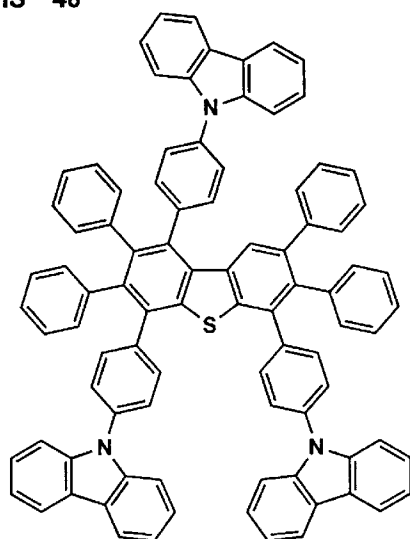
HS-47



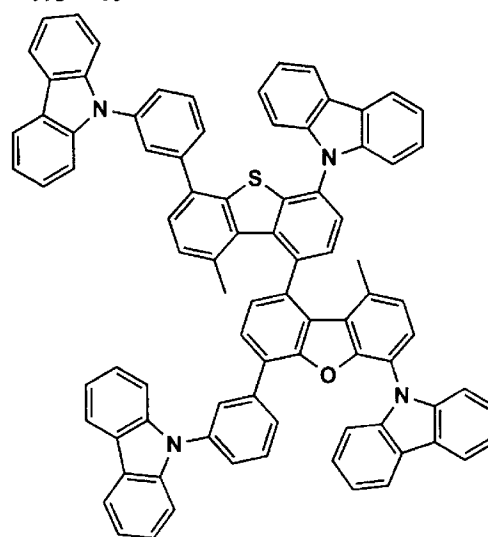
[0209]

[化99]

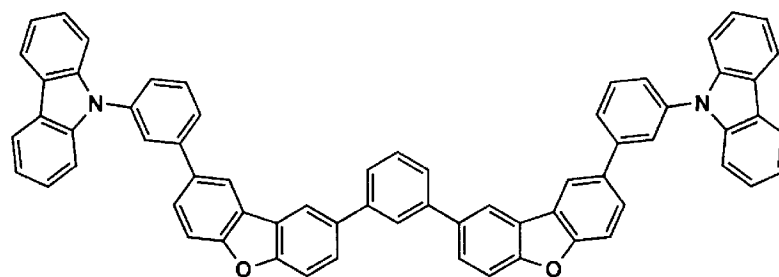
HS-48



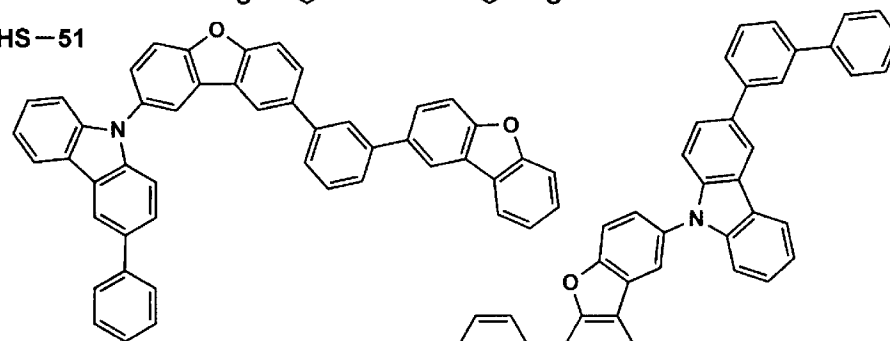
HS-49



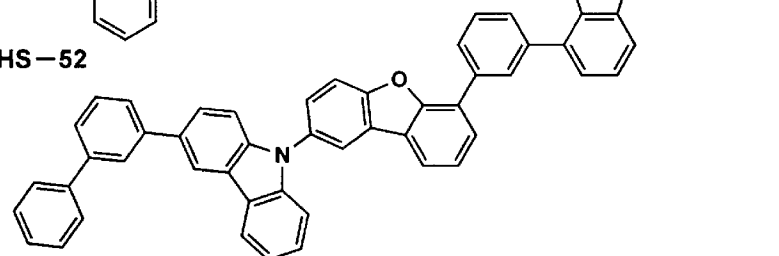
HS-50



HS-51



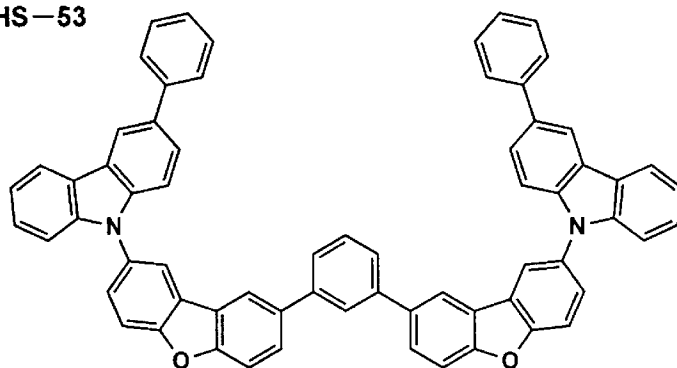
HS-52



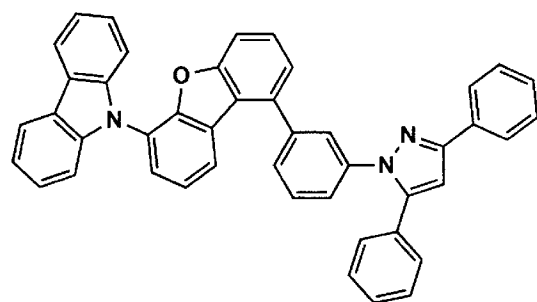
[0210]

[化100]

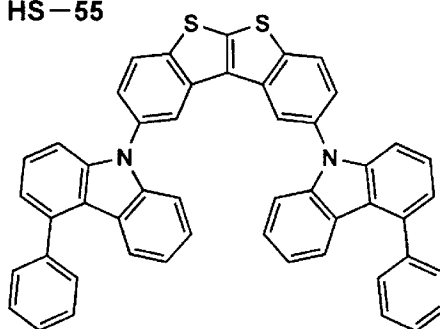
HS-53



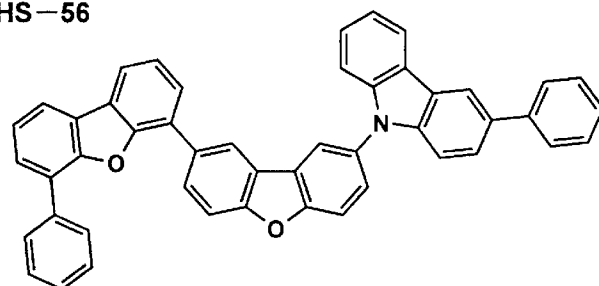
HS-54



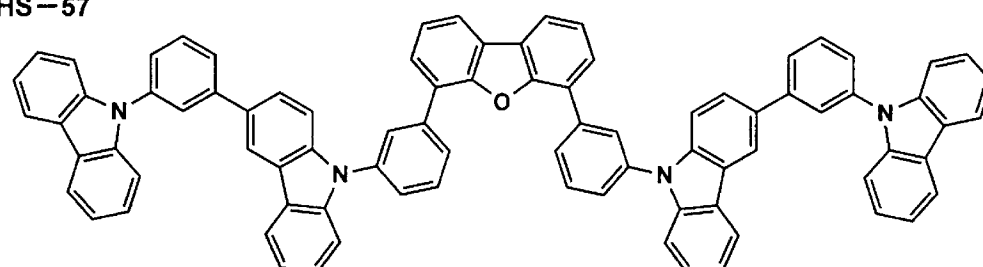
HS-55



HS-56



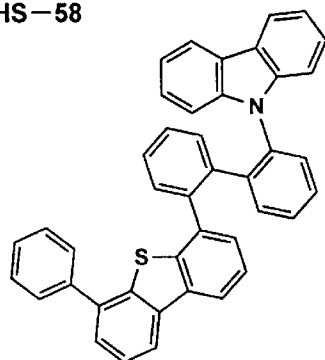
HS-57



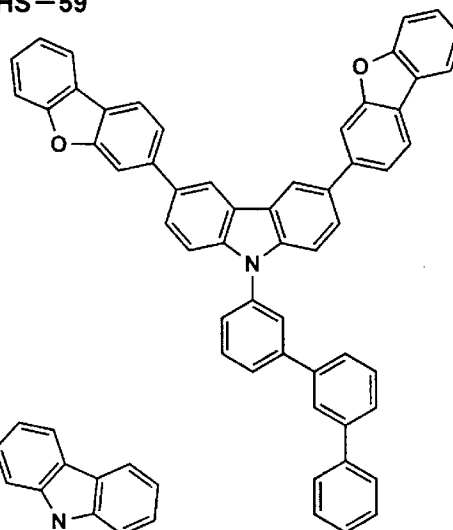
[0211]

[化101]

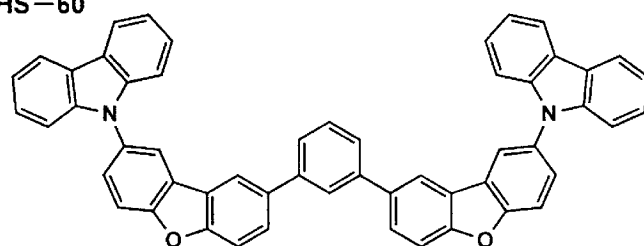
HS-58



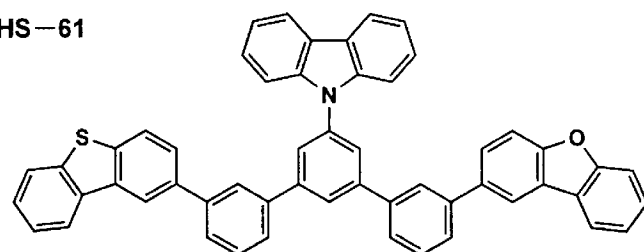
HS-59



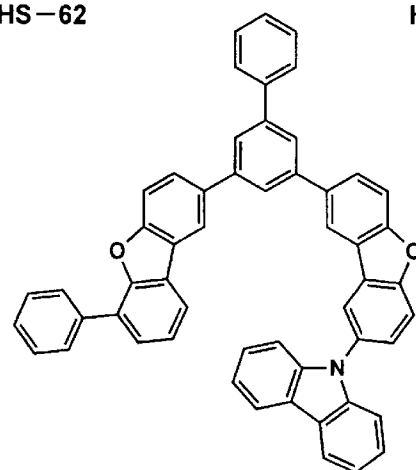
HS-60



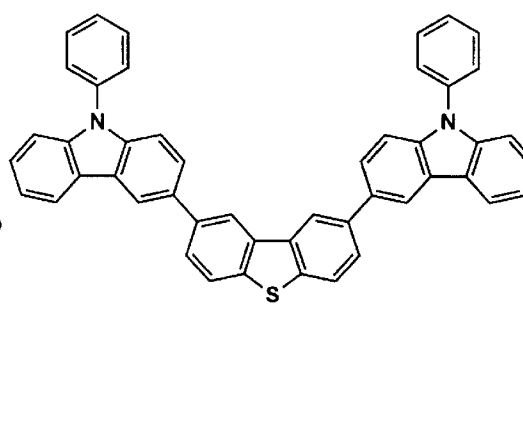
HS-61



HS-62



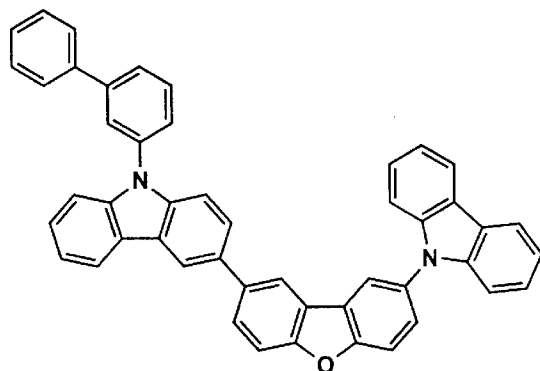
HS-63



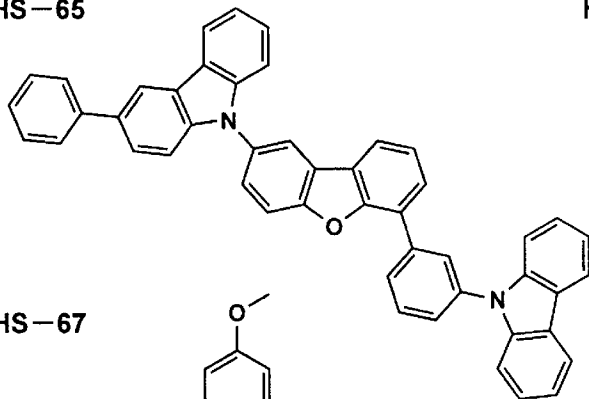
[0212]

[化102]

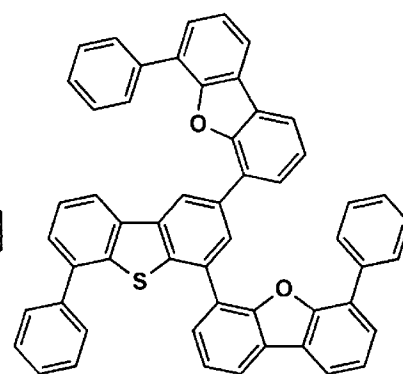
HS-64



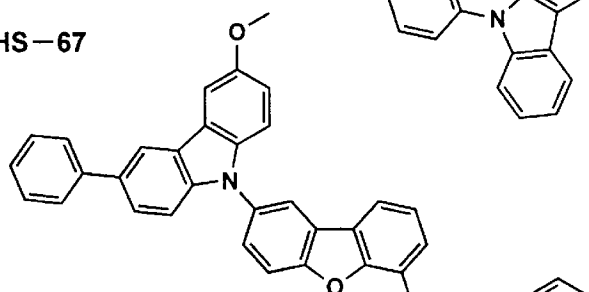
HS-65



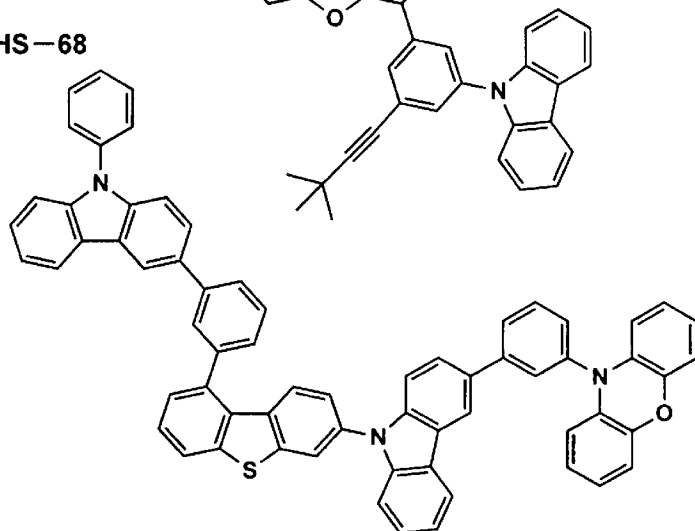
HS-66



HS-67

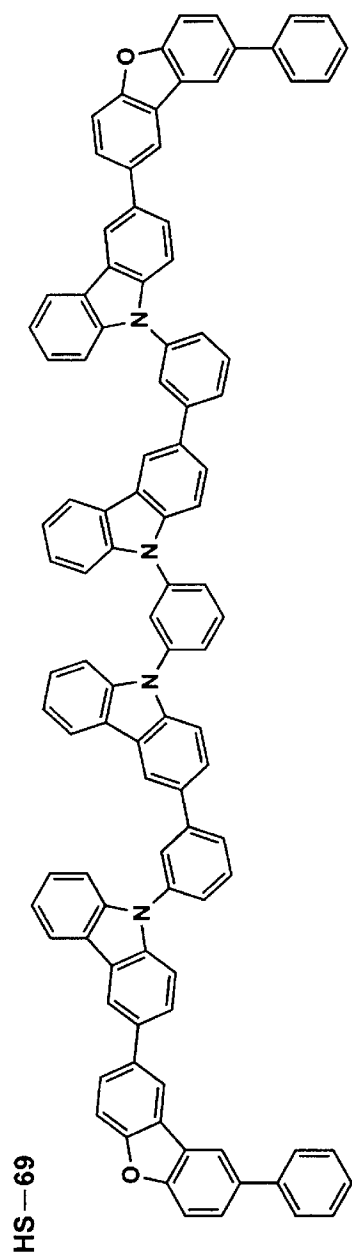


HS-68



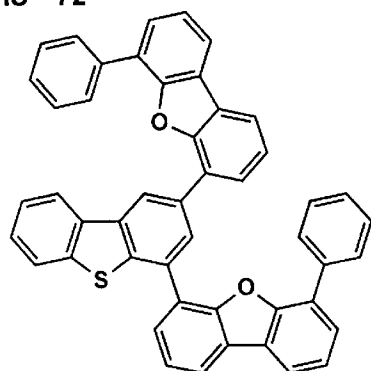
[0213]

[化103]

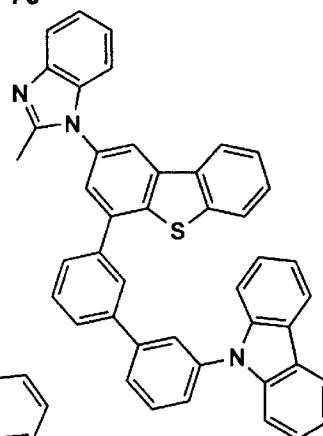


[化104]

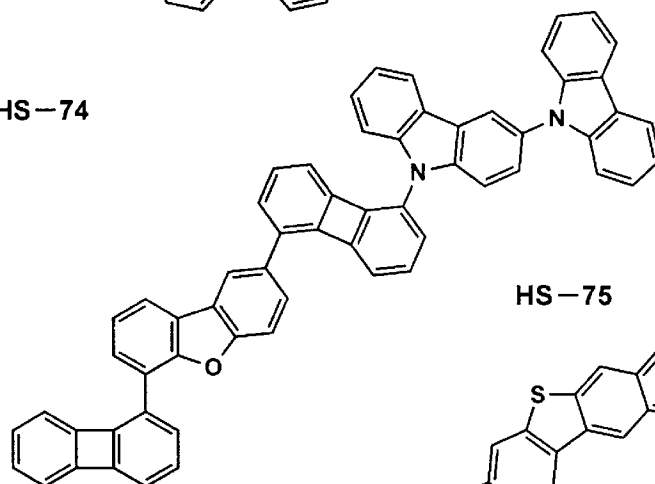
HS-72



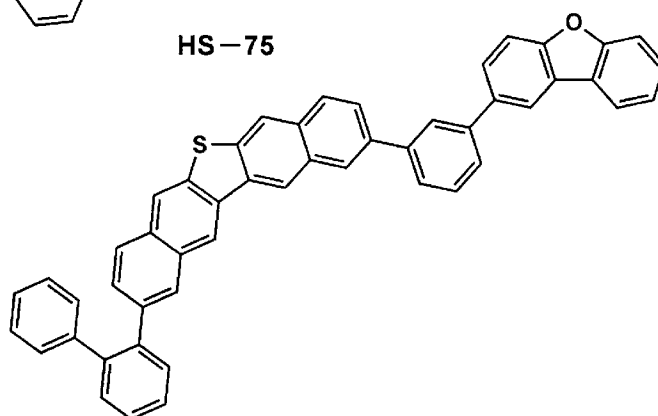
HS-73



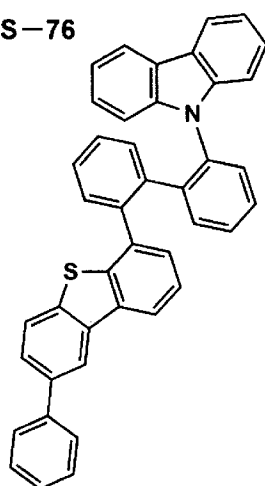
HS-74



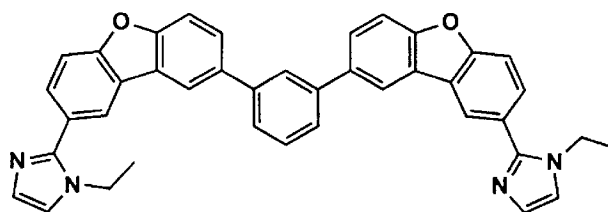
HS-75



HS-76



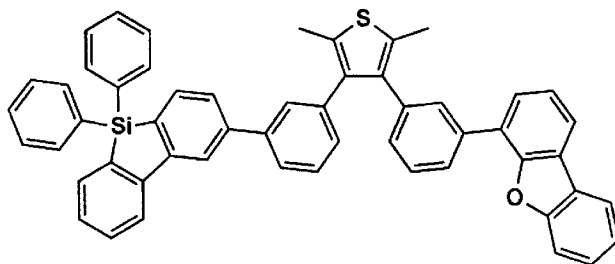
HS-77



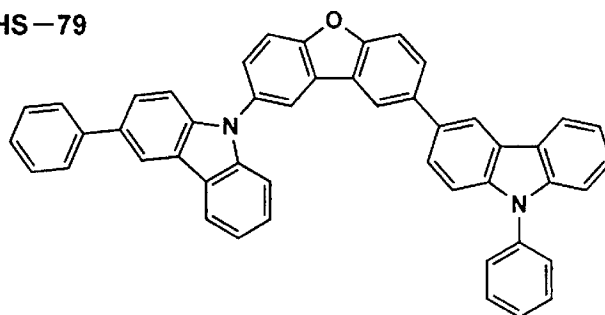
[0215]

[化105]

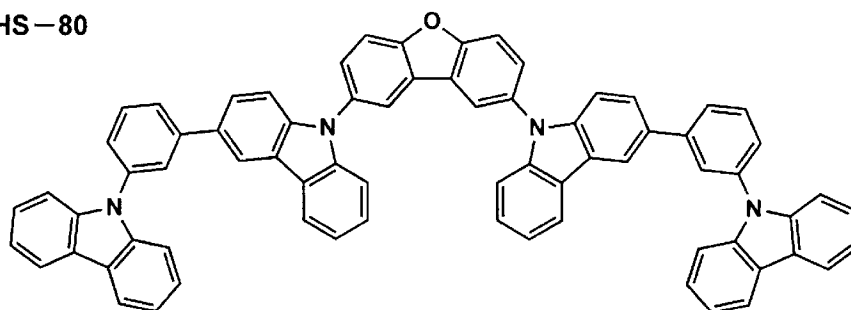
HS-78



HS-79



HS-80



[0216] 一般式 (A) において、 n は 5 ～ 12 であることが好ましく、更に好ましくは 5 ～ 9 である。 n が 4 以下、又は 13 以上であると、高電圧化し、色度安定性が劣化する。これは一般式 (A) における n を 5 ～ 12 とすることで、ホスト化合物とドーパント化合物のパッキングが良好になり、うまく分散するためと考えている。

[0217] また、一般式 (A) で表される化合物において、末端の Ar 基の少なくとも 1 つはフェニル基であることが好ましい。末端がフェニル基であることでホストがドーパントを取り囲みやすく、均一に分散させやすいからと考えている。

[0218] また、一般式 (A) で表される化合物において、Ar 同士の単結合の内、C-N 結合数は 0 ～ 2 であることが好ましい。3 以上になると解離エネルギー

ーが小さいため結合が切れやすく、ドーパントを均一に分散させづらくなり、高電圧化し、色度安定性が劣化する。

[0219] また、一般式（A）で表される化合物は、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェン構造を2つ以上有することが好ましい。1つ以下である場合は、耐キャリア性が低く、駆動経時で分解しやすく、ドーパントを均一に分散させづらくなり、高電圧化し、色度安定性が劣化する。

[0220] また、ホスト化合物としては、従来公知のホスト化合物を本実施形態に係る一般式（A）で表される構造を有する化合物と併用してもよい。併用してもよい化合物としては、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、又は、カルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体（ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも1つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。）等が挙げられる。

[0221] （3）発光性ドーパント化合物（6座配位型オルトメタルイリジウム錯体）と発光ホスト化合物との関係

本発明においては、発光ドーパント化合物としての6座配位型オルトメタルイリジウム錯体のイオン化ポテンシャル（ $I_p - I_r$ ）とホスト化合物のイオン化ポテンシャル（ $I_p - HOST$ ）との差が下記式（1）を満たすことが好ましい。

式（1）

$$| (I_p - I_r) - (I_p - HOST) | \leq 0.3 \text{ eV}$$

[0222] 6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物とのイオン化ポテンシャルの差を0.3 eV以下にすることで、発光層中のホール（正孔）の輸送性が良い。

[0223] 6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物とのイオン化ポテンシャルの差を0.3 eVより大きくする組み合わせにおいては、イオン化

ポテンシャルの浅い（小さい）材料でのホールトラップが顕著になり、ホール輸送性を妨げる。I r 錯体のドーピング濃度を上昇させることによりホール輸送性を向上させることも可能であるが、ドーピング濃度を上昇させると光学的な問題（リン光発光量子収率低下）等を引き起こすおそれがある。したがって、ホスト化合物及びI r 錯体のI p（イオン化ポテンシャル）を調整することが好ましい。

[0224] ホスト化合物は、従来公知の材料群から選ぶことが可能であるが、ホスト化合物として好ましい骨格はカルバゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環等の縮合複素環等である。しかしながら、これら縮合複素環のI pは5.8 eV～6.2 eV程度であり、調整できる範囲が少ない。したがって、ドーパントであるI r 錯体のI pを調整することが好ましい。

[0225] 上記式（1）を満たすため、本発明に係る一般式（I）で表されるI r 錯体において、L₁～L₃のうち少なくとも一つのL（配位子）はσ値0.3以上の電子吸引基を有していても良い。

同様に、上記式（1）を満たすため、一般式（I）におけるL₁～L₃が一般式（III）で表されるI r 錯体において、置換基R e、R f、及びA rに置換する置換基が、σ値0.3以上の電子吸引基を更に有しても良い。

[0226] ここで、σ値とはハメット則から求められる値であり、電子吸引及び電子供与の大きさのパラメーターである。本発明においてσ値は、σ_pとσ_mの両方を含んでいる。

[0227] σ値0.3以上の電子吸引基としては、例えば、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、フロロアルキル基（例えば、トリフルオロメチル基、パーフルオロブチル基）、脂肪族・芳香族または複素環アシル基（例えば、アセチル基、ベンゾイル基、ホルミル基）、脂肪族・芳香族または複素環スルホニル基（例えば、トリフルオロメタンスルホニル基、メタンスルホニル基、ベンゼンスルホニル基）、カルバモイル基（例えば、カルバモイル基、メチルカルバモイル基、フェニルカルバモイル基）、アルコキシカルボニル基（例

例えば、メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基）、弗素またはスルホニル基置換芳香族基（例えば、ペンタフルオロフェニル基、2, 4-ジメタンスルホニルフェニル基）、アゾ基（例えば、フェニルアゾ基）、アルキルスルホニルオキシ基（例えば、メタンスルホニルオキシ基）、ホスホリル基（例えば、ジメトキシホスホリル基、ジフェニルホスホリル基）、スルファモイル基（例えば、メチルスルファモイル基）等が挙げられる。好ましくは、フッ素基、シアノ基、カルボニル基、カルボキシル基、ニトロ基、クロル基等である。

[0228] また、本発明においては、発光ドーパント化合物としての6座配位型オルトメタルイリジウム錯体の電子親和力（ E_{a-Ir} ）とホスト化合物の電子親和力（ E_{a-HOST} ）との差が下記式（2）を満たすことが好ましい。

式（2）

$$| (E_{a-HOST}) - (E_{a-Ir}) | < 0.3 \text{ eV}$$

[0229] 6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物との電子親和力の差を0.3 eV未満にすることで、発光層中の電子の輸送性が良い。

[0230] E_{a-Ir} が非常に小さい（浅い）と、正孔及び電子が再結合されにくいため再結合効率が低下したり、発光領域が狭くなったりする等の問題を引き起こす。したがって、6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物との電子親和力の差を0.3 eV未満とすることが、発光層としては理想的である。

[0231] また、6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物との電子親和力の差を0.3 eV以上とする組み合わせにおいては、電子親和力の深い（大きい）材料での電子トラップが顕著になり、電子輸送性を妨げる。 Ir 錯体のドーピング濃度を調整して電子輸送性を向上させることも可能であるが、ドーピング濃度を調整すると光学的な問題（リン光発光量子収率低下）等を引き起こすおそれがある。したがって、ホスト化合物及び Ir 錯体の E_a （電子親和力）を調整することが好ましい。

[0232] ホスト化合物は、従来公知の材料群から選ぶことが可能であるが、ホスト

化合物として好ましい骨格はカルバゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環などの縮合複素環等である。しかしながら、これら縮合複素環の E_a は2.0 eV～2.7 eV程度であり、調整できる範囲が少ない。したがって、ドーパントであるIr錯体の E_a の調整することが好ましい。

[0233] 上記式(2)を満たすため、本発明に係る一般式(I)で表されるIr錯体において、 $L_1 \sim L_3$ のうち少なくとも一つのL(配位子)は σ 値-0.2以下の電子供与基を有していても良い。

同様に、上記式(2)を満たすため、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ が一般式(III)で表されるIr錯体において、置換基 R_e 、 R_f 、及び A_r に置換する置換基が、 σ 値-0.2以下の電子供与基を有していても良い。

[0234] σ 値-0.2以下の電子供与基としては、例えば、ヒドロキシ基、アルコキシ基(例えば、メトキシ基、エトキシ基)、アセチルオキシ基、アミノ基、アニリノ基、ジメチルアミノ基、アセチルアミノ基、アルキル基(例えば、*t*-ブチル基)、シクロアルキル基(例えば、シクロプロピル基、シクロヘキシル基)等が挙げられる。好ましくは、アルコキシ基、アリアルオキシ基、アミノ基等である。

[0235] 《電子輸送層》

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は単層もしくは複数層を設けることができる。

[0236] 電子輸送層は陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、電子輸送層の構成材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択し併用することも可能である。

[0237] 電子輸送層に用いられる従来公知の材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレン等の多環芳香族炭化水素、複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘

導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体、カルボリン誘導体、または、該カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の少なくとも一つが窒素原子で置換されている環構造を有する誘導体、ヘキサアザトリフェニレン誘導体等が挙げられる。

更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引性基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も電子輸送材料として用いることができる。

これらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

[0238] また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えば、トリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq）、トリス（5,7-ジクロロ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5,7-ジブロモ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、ビス（8-キノリノール）亜鉛（Znq）等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も電子輸送材料として用いることができる。

[0239] その他、メタルフリーもしくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも電子輸送材料として用いることができる。

また、n型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

[0240] 電子輸送層は電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法、湿式法（ウェットプロセスともいい、例えば、スピンコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法、LB法（ラングミュア・プロジェクト（Langmuir-Blodgett法）等を挙げることができる。））等により

、薄膜化することにより形成することが好ましい。

[0241] 電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm～5000 nm程度、好ましくは5 nm～200 nmである。この電子輸送層は上記材料の一種または二種以上からなる一層構造であってもよい。

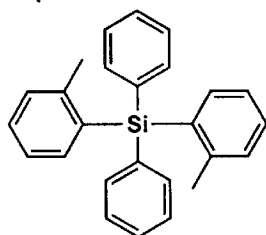
[0242] また、金属錯体やハロゲン化金属など金属化合物等のn型ドーパントをドーピングして用いてもよい。

[0243] 以下、本発明の白色有機EL素子の電子輸送層の形成に好ましく用いられる従来公知の化合物（電子輸送材料）の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

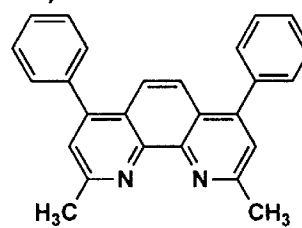
[0244]

[化106]

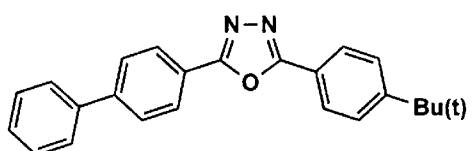
ET-1



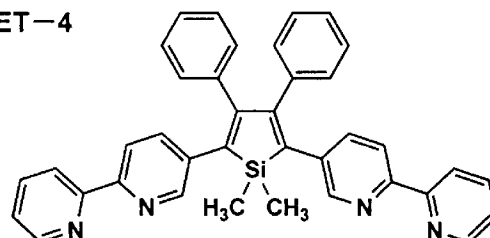
ET-2(BCP)



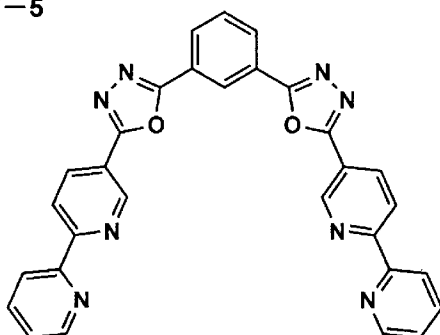
ET-3(PBD)



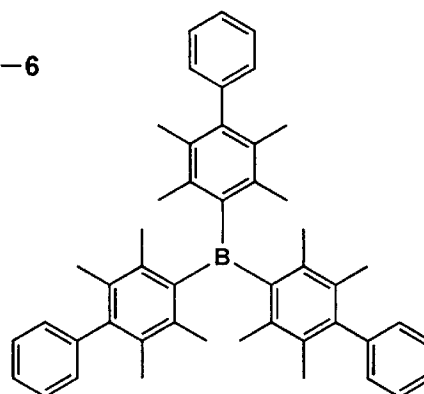
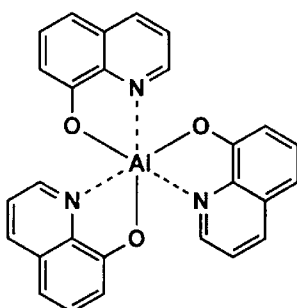
ET-4



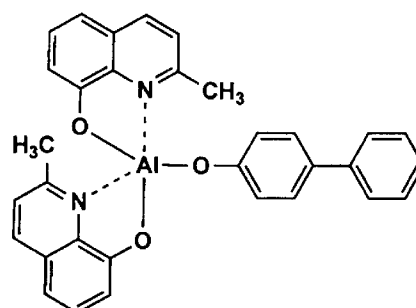
ET-5



ET-6

ET-7(Alq₃)

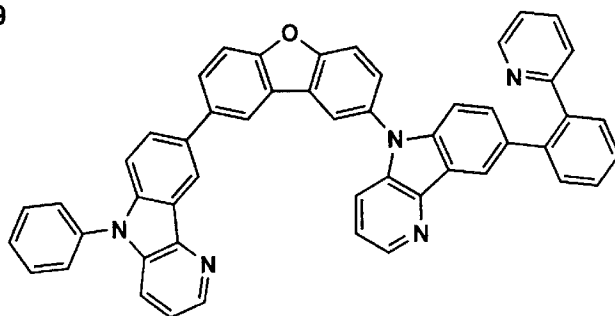
ET-8(BAlq)



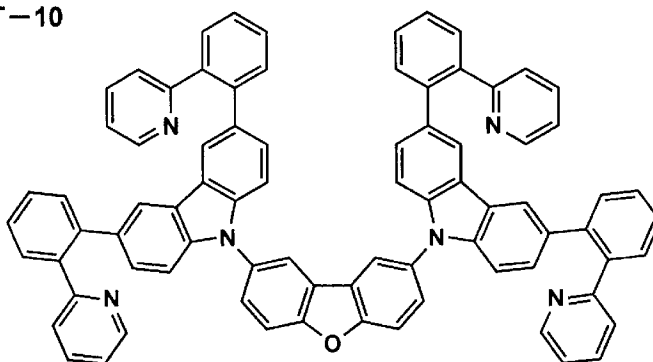
[0245]

[化107]

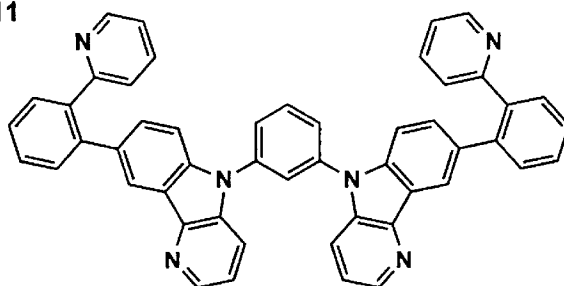
ET-9



ET-10



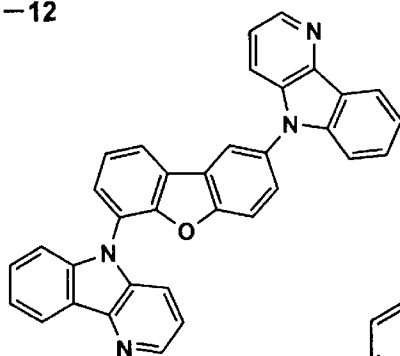
ET-11



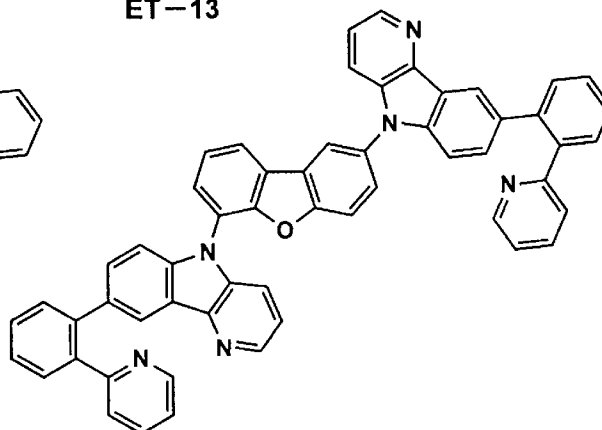
[0246]

[化108]

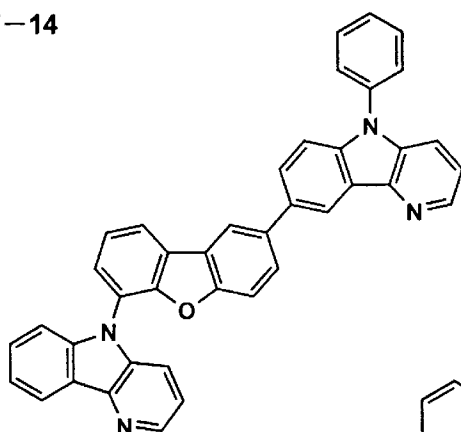
ET-12



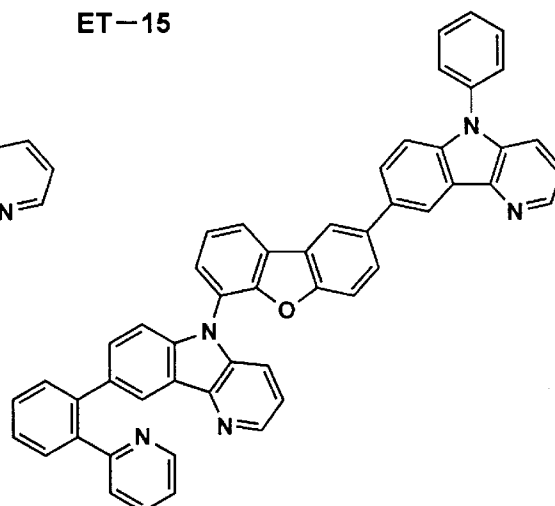
ET-13



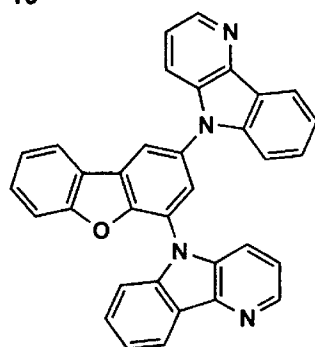
ET-14



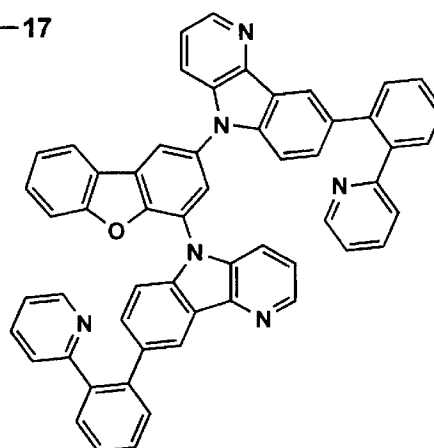
ET-15



ET-16



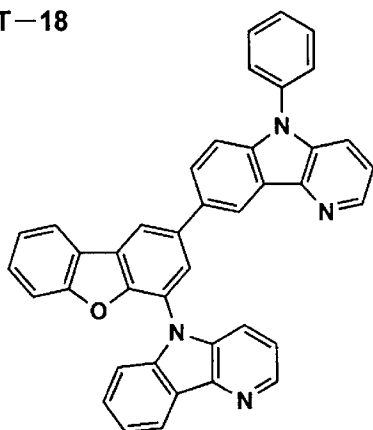
ET-17



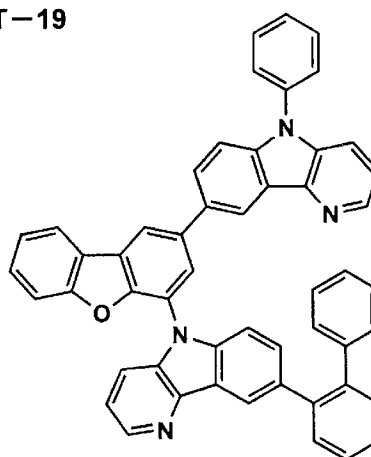
[0247]

[化109]

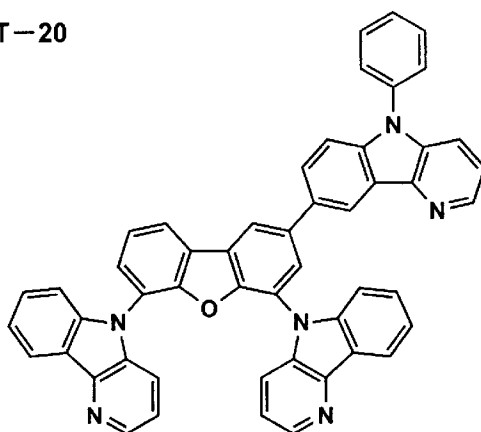
ET-18



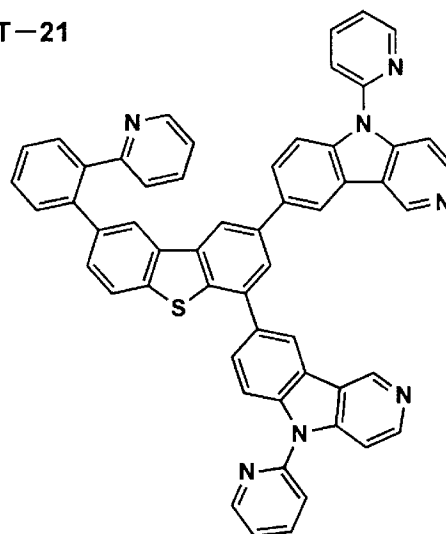
ET-19



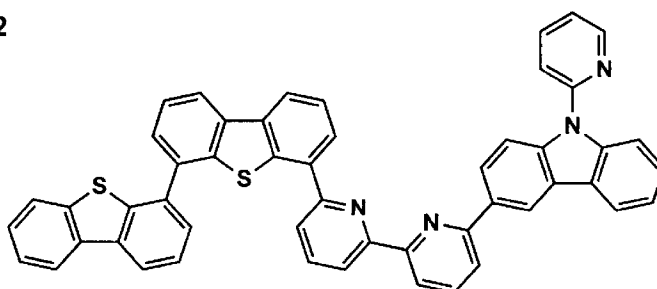
ET-20



ET-21



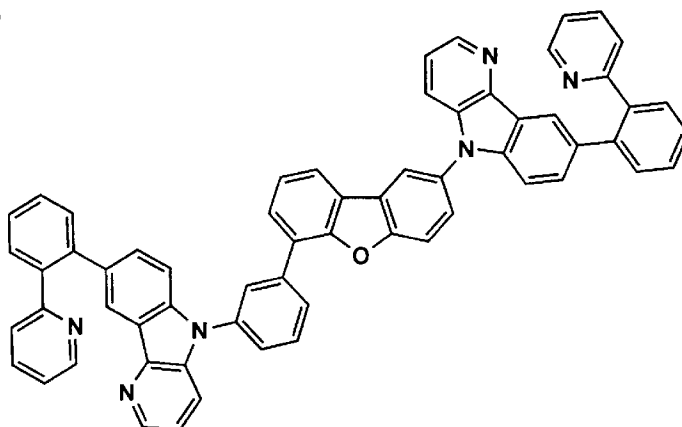
ET-22



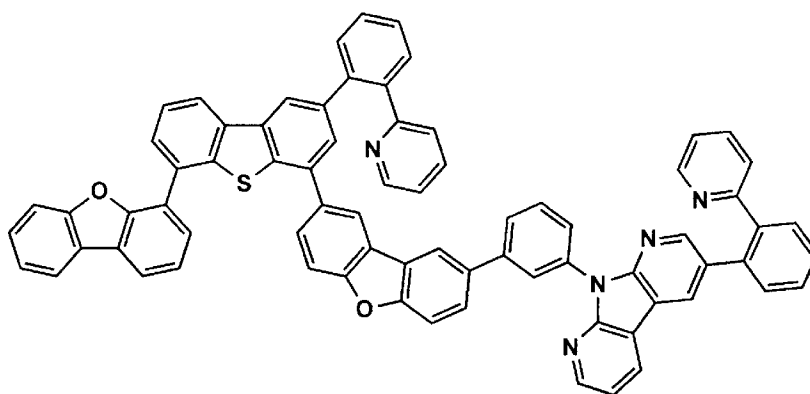
[0248]

[化110]

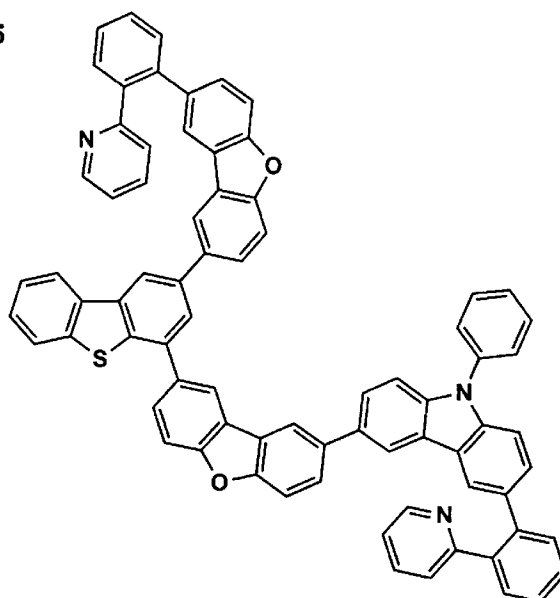
ET-23



ET-24



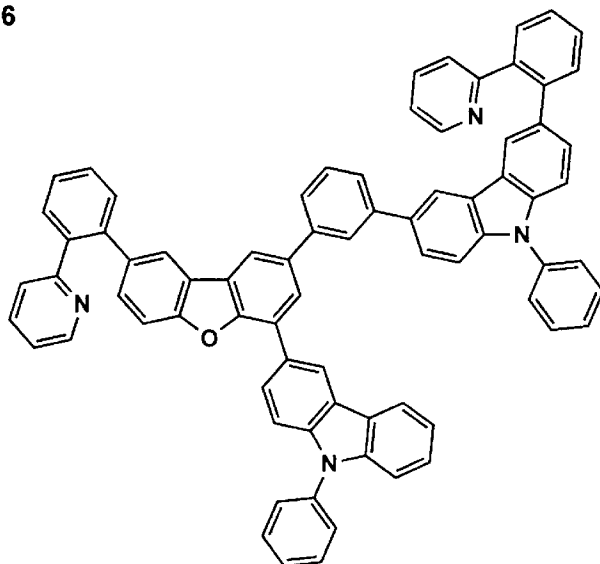
ET-25



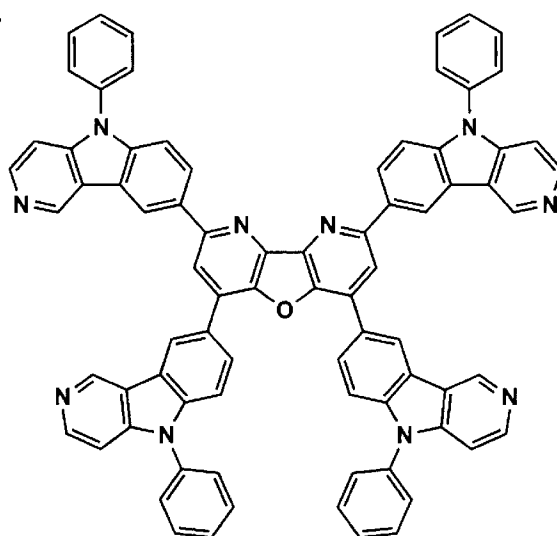
[0249]

[化111]

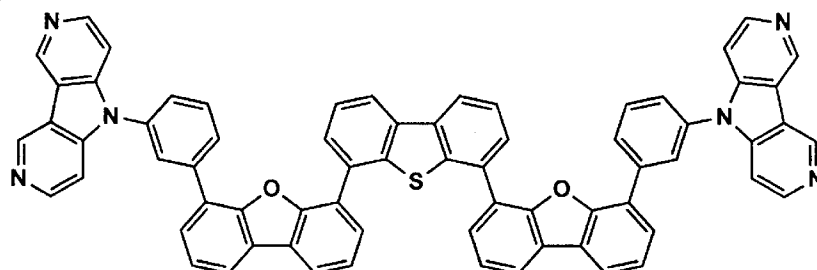
ET-26



ET-27



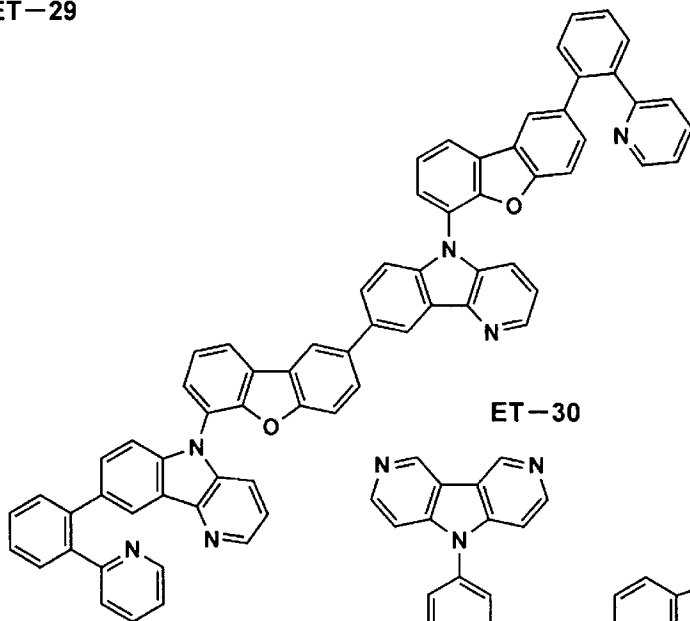
ET-28



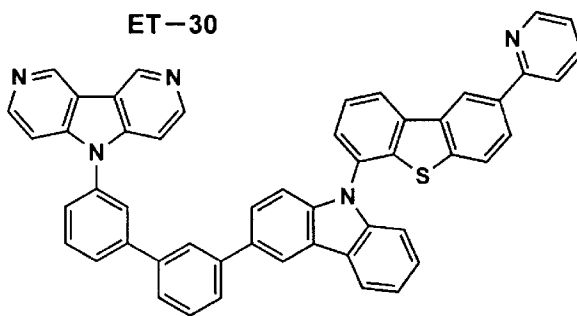
[0250]

[化112]

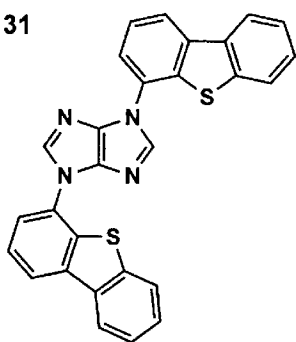
ET-29



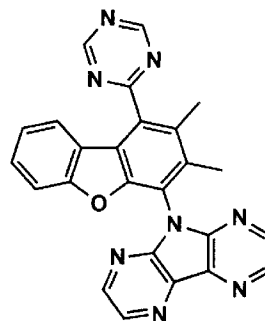
ET-30



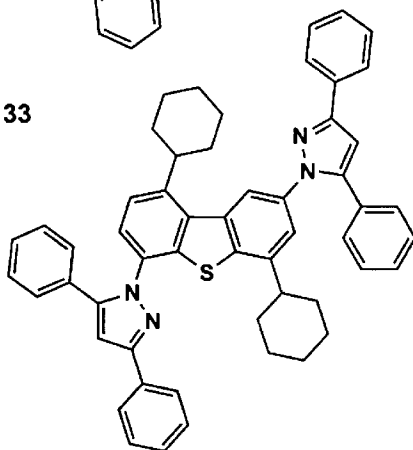
ET-31



ET-32



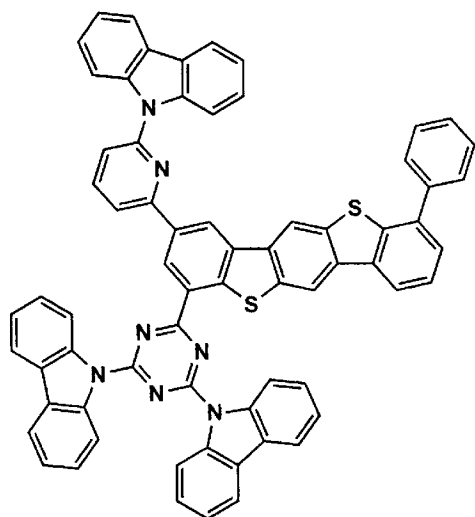
ET-33



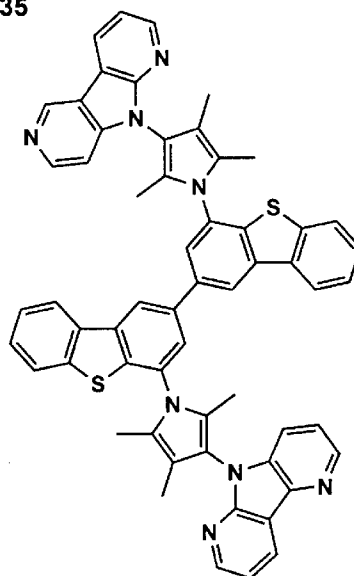
[0251]

[化113]

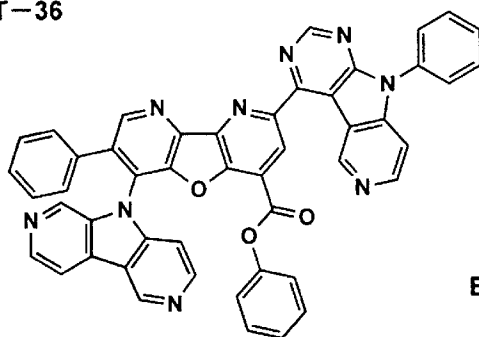
ET-34



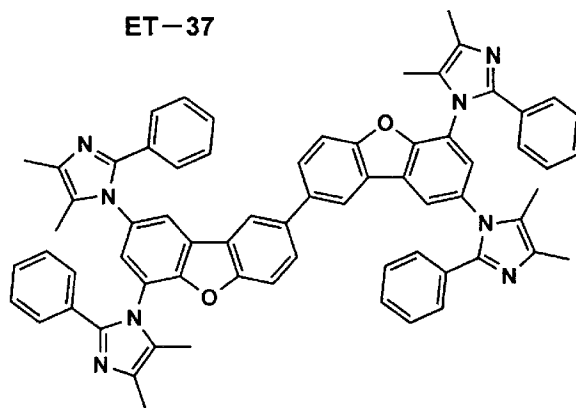
ET-35



ET-36



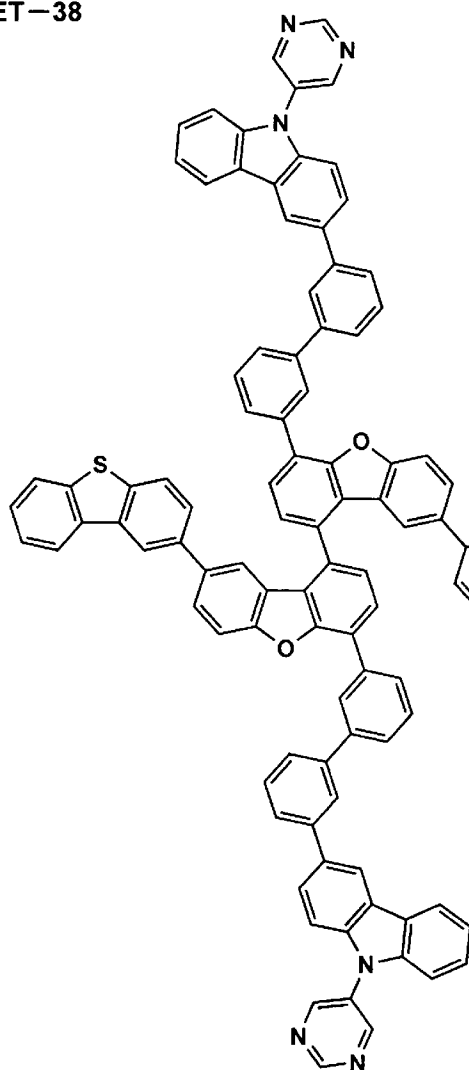
ET-37



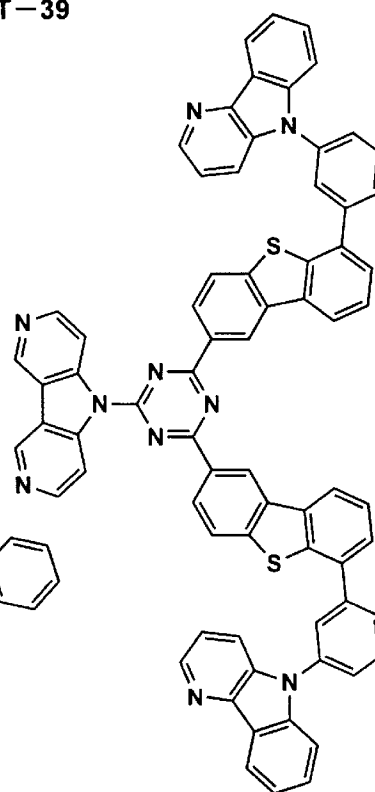
[0252]

[化114]

ET-38



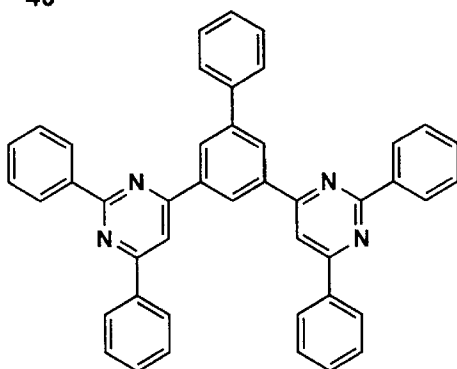
ET-39



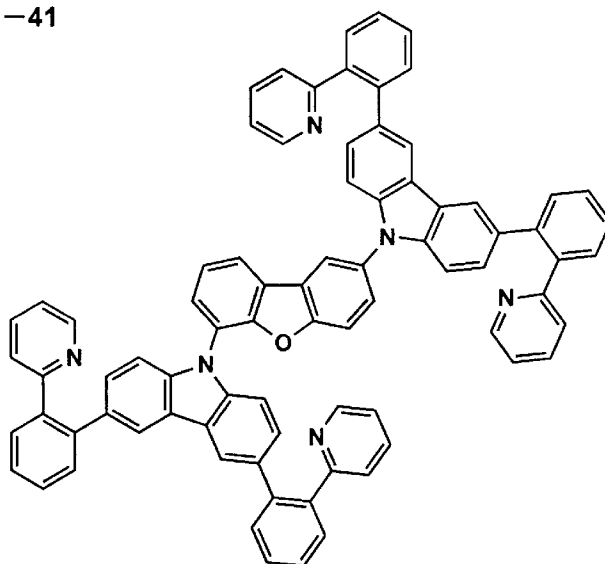
[0253]

[化115]

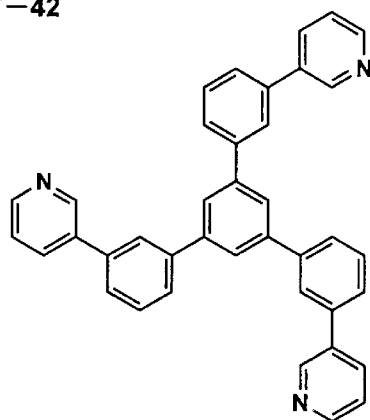
ET-40



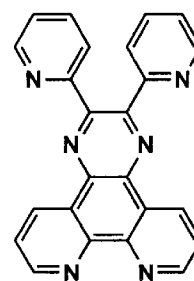
ET-41



ET-42



ET-43



[0254] 《陰極》

一方、陰極としては仕事関数の小さい（4 e V以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とす

るものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム／銅混合物、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム (Al_2O_3) 混合物、インジウム、リチウム／アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えば、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム (Al_2O_3) 混合物、リチウム／アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。

[0255] 陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常 10 nm ～ 5 μm 、好ましくは 50 nm ～ 200 nm の範囲で選ばれる。

[0256] なお、発光した光を透過させるため、有機 EL 素子の陽極または陰極のいずれか一方が透明または半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

また、陰極に上記金属を 1 nm ～ 20 nm の膜厚で作製した後に、後述する陽極の説明で挙げる導電性透明材料をその上に作製することで、透明または半透明の陰極を作製することができ、これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

[0257] 《注入層：電子注入層（陰極バッファ層）、正孔注入層》

注入層は必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記の如く陽極と発光層または正孔輸送層の間、及び陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。

[0258] 注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機 EL 素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第2編第2章「電極材料」（123

頁～１６６頁）に詳細に記載されており、正孔注入層（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。

[0259] 陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平９－４５４７９号公報、同９－２６００６２号公報、同８－２８８０６９号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、特表２００３－５１９４３２や特開２００６－１３５１４５等に記載されているようなヘキサアザトリフェニレン誘導体バッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層、トリス（２－フェニルピリジン）イリジウム錯体等に代表されるオルトメタル化錯体層等が挙げられる。

[0260] 陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平６－３２５８７１号公報、同９－１７５７４号公報、同１０－７４５８６号公報等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウム、フッ化カリウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウム、フッ化セシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。上記バッファ層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるがその膜厚は０．１ｎｍ～５μｍの範囲が好ましい。

[0261] 《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

阻止層は、上記の如く有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば、特開平１１－２０４２５８号公報、同１１－２０４３５９号公報、及び「有機ＥＬ素子とその工業化最前線（１９９８年１１月３０日エヌ・ティー・エス社発行）」の２３７頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層がある。

[0262] 正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層の機能を有し、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい正孔阻止材料からなり、電

子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

[0263] また、前述する電子輸送層の構成を必要に応じて、本発明に係わる正孔阻止層として用いることができる。

[0264] 本発明の有機EL素子の正孔阻止層は、発光層に隣接して設けられていることが好ましい。

[0265] 正孔阻止層には、前述のホスト化合物として挙げた、カルバゾール誘導体、カルボリン誘導体、ジアザカルバゾール誘導体（ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン環を構成する炭素原子のいずれかひとつが窒素原子で置き換わったものを示す）を含有することが好ましい。

[0266] また、本発明においては、複数の発光色の異なる複数の発光層を有する場合、その発光極大波長が最も短波にある発光層が、全発光層中、最も陽極に近いことが好ましいが、このような場合、該最短波層と該層の次に陽極に近い発光層との間に正孔阻止層を追加して設けることが好ましい。

[0267] 更には、該位置に設けられる正孔阻止層に含有される化合物の50質量%以上が、前記最短波発光層のホスト化合物に対しそのイオン化ポテンシャルが0.3 eV以上大きいことが好ましい。

[0268] イオン化ポテンシャルは化合物のHOMO（最高占有軌道）レベルにある電子を真空準位に放出するのに必要なエネルギーで定義され、例えば下記に示すような方法により求めることができる。

（1）米国Gaussian社製の分子軌道計算用ソフトウェアであるGaussian98（Gaussian98、Revision A.11.4, M. J. Frisch, et al, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, 2002.）を用い、キーワードとしてB3LYP/6-31G*を用いて構造最適化を行うことにより算出した値（eV単位換算値）として求めることができる。この計算値が有効な背景には、この手法で求めた計算値と実験値の相関が高いためである。

（2）イオン化ポテンシャルは光電子分光法で直接測定する方法により求

めることもできる。例えば、理研計器社製の低エネルギー電子分光装置「Model AC-1」を用いて、あるいは紫外光電子分光として知られている方法を好適に用いることができる。

[0269] 一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層の機能を有し、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

[0270] また、後述する正孔輸送層の構成を必要に応じて電子阻止層として用いることができる。本発明に係る正孔阻止層、電子輸送層の膜厚としては、好ましくは3 nm～100 nmであり、更に好ましくは5 nm～30 nmである。

[0271] 《正孔輸送層》

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層または複数層設けることができる。

[0272] 正孔輸送材料としては、正孔の注入または輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリーラルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

また、特表2003-519432号公報や特開2006-135145号公報等に記載されているようなアザトリフェニレン誘導体も同様に正孔輸送材料として用いることができる。

[0273] 正孔輸送材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリ

ン化合物、芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第3級アミン化合物を用いることが好ましい。

[0274] 芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノフェニル; N, N' -ジフェニル-N, N' -ビス(3-メチルフェニル) - [1, 1' -ビフェニル] -4, 4' -ジアミン(TPD); 2, 2-ビス(4-ジーp-トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1-ビス(4-ジーp-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N' -テトラ-p-トリル-4, 4' -ジアミノビフェニル; 1, 1-ビス(4-ジーp-トリルアミノフェニル) -4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジーp-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N' -ジフェニル-N, N' -ジ(4-メトキシフェニル) -4, 4' -ジアミノビフェニル; N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4' -ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N-トリ(p-トリル)アミン; 4-(ジーp-トリルアミノ) -4' - [4-(ジーp-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N, N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4' -N, N-ジフェニルアミノスチルベン; N-フェニルカルバゾール、更には米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4, 4' -ビス[N-(1-ナフチル) -N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4'' -トリス[N-(3-メチルフェニル) -N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

[0275] 更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

また、p型-Si、p型-SiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸

送材料として使用することができる。

[0276] また、特開平11-251067号公報、J. Huang et. al. 著文献 (Applied Physics Letters 80 (2002), p. 139) に記載されているような、所謂p型正孔輸送材料を用いることもできる。本発明においては、より高効率の発光素子が得られることからこれらの材料を用いることが好ましい。

[0277] 正孔輸送層は上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。

正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm～5 μm程度、好ましくは5 nm～200 nmである。この正孔輸送層は上記材料の一種または2種以上からなる一層構造であってもよい。

[0278] また、不純物をドーピングしたp性の高い正孔輸送層を用いることもできる。その例としては、特開平4-297076号公報、特開2000-196140号公報、同2001-102175号公報の各公報、J. Appl. Phys., 95, 5773 (2004) 等に記載されたものが挙げられる。

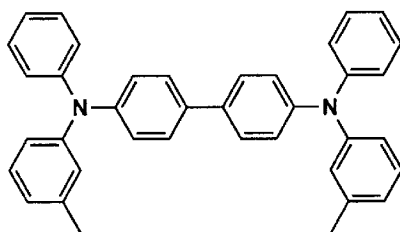
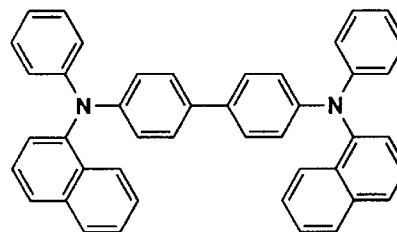
本発明においては、このようなp性の高い正孔輸送層を用いることが、より低消費電力の素子を作製することができるため好ましい。

[0279] 以下、本発明の有機EL素子の正孔注入層及び正孔輸送層の形成に好ましく用いられる化合物の具体例を挙げるが、本実施形態はこれらに限定されない。

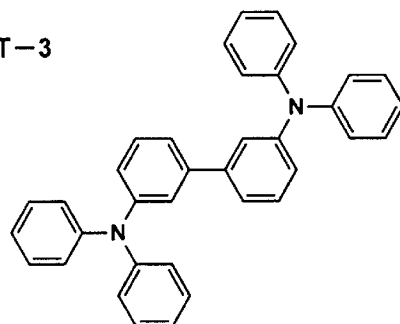
[0280]

[化116]

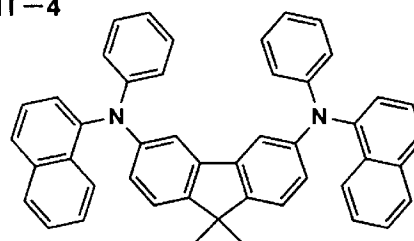
HT-1(TPD)

HT-2(α -NPD)

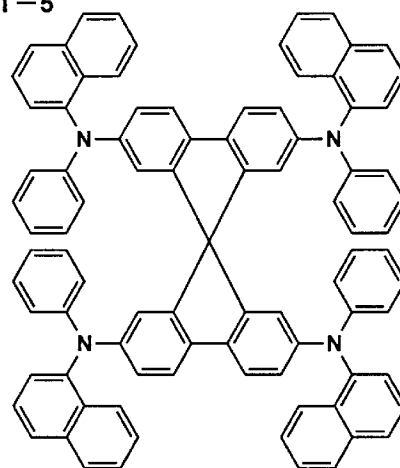
HT-3



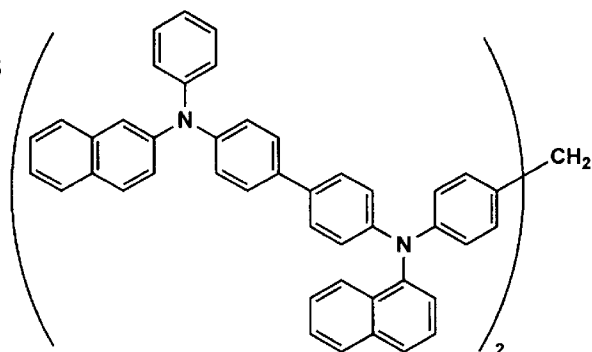
HT-4



HT-5



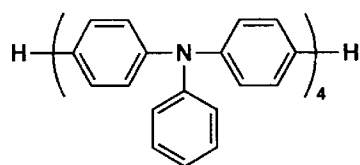
HT-6



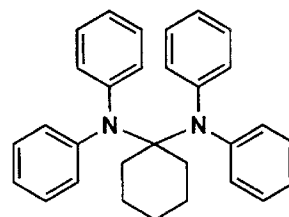
[0281]

[化117]

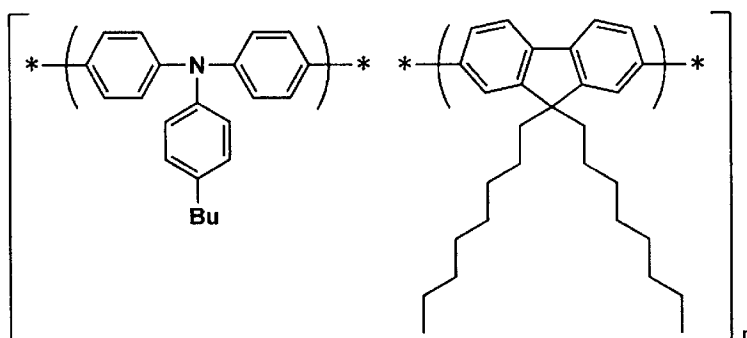
HT-7



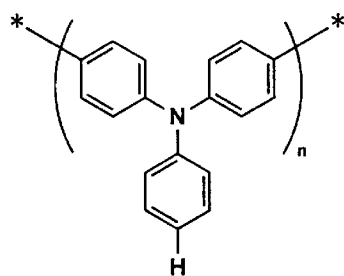
HT-8



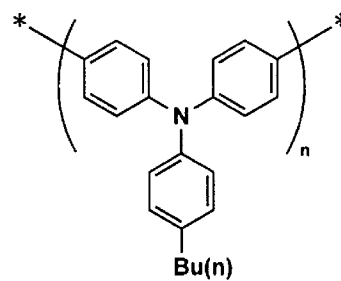
HT-9(F8-TFB)



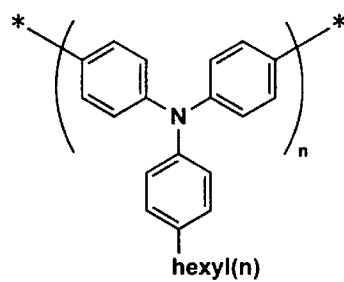
HT-10



HT-11



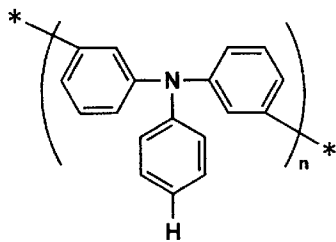
HT-12



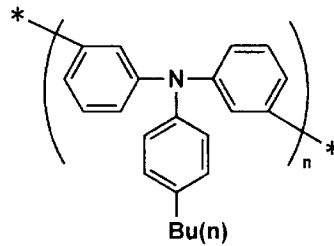
[0282]

[化118]

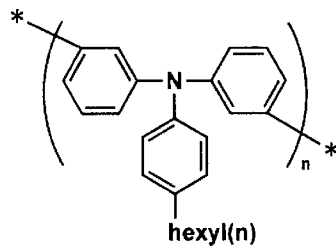
HT-13



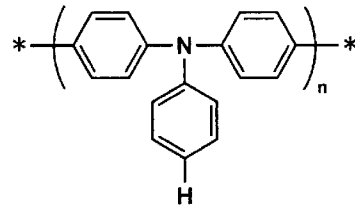
HT-14



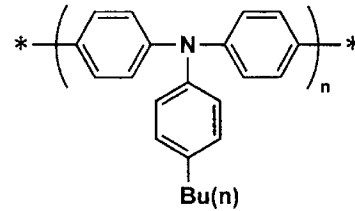
HT-15



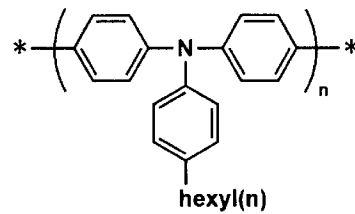
HT-16



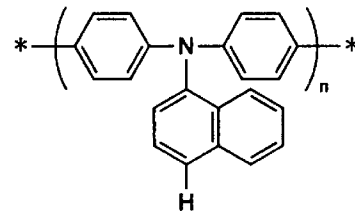
HT-17



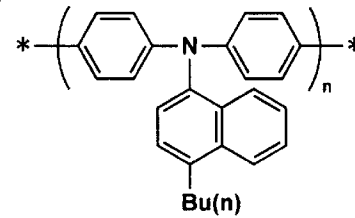
HT-18



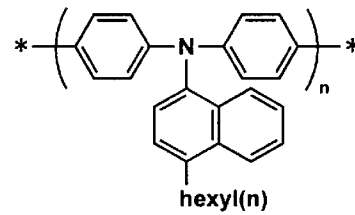
HT-19



HT-20

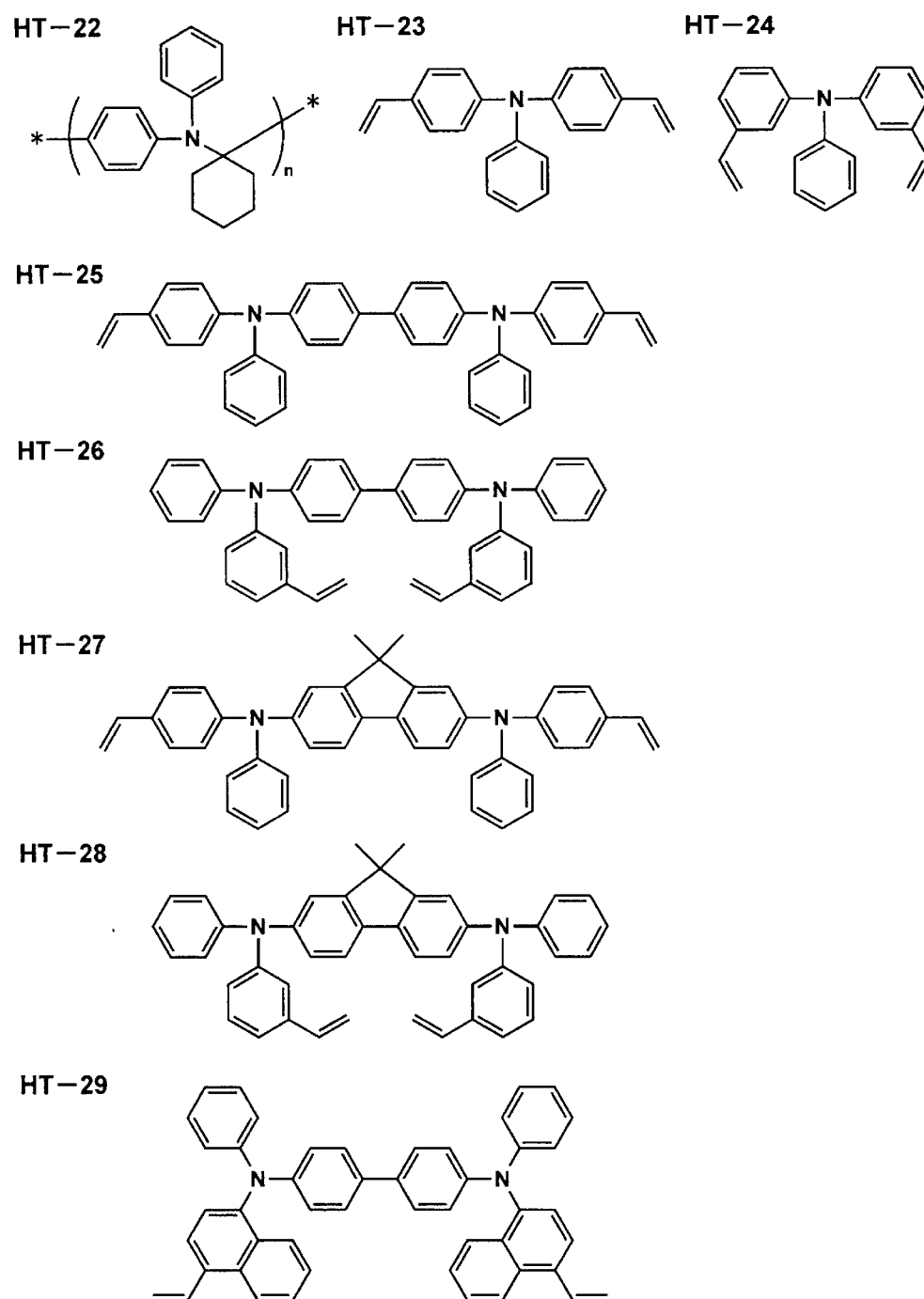


HT-21



[0283]

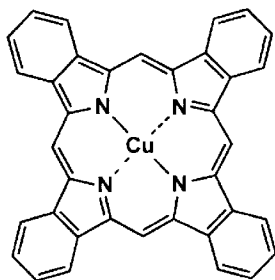
[化119]



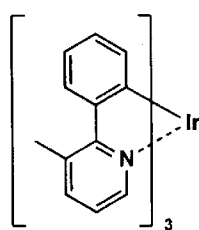
[0284]

[化120]

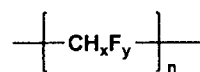
HT-30



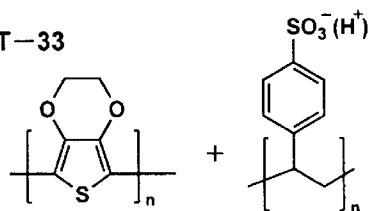
HT-31



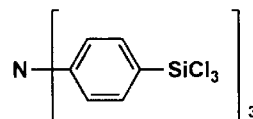
HT-32



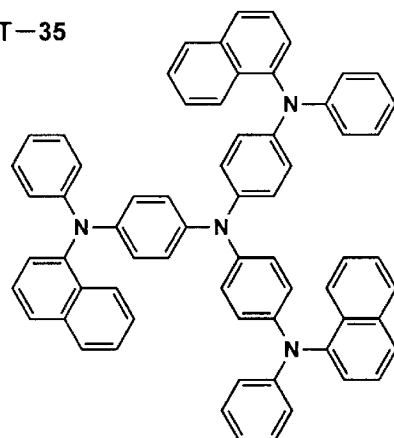
HT-33



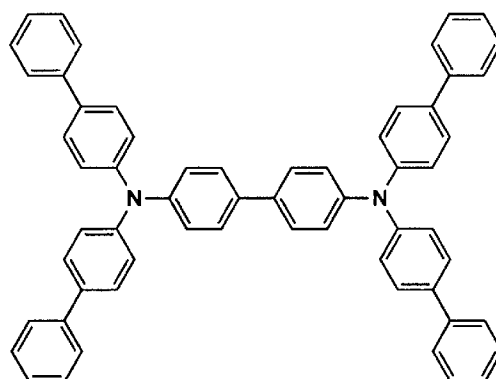
HT-34



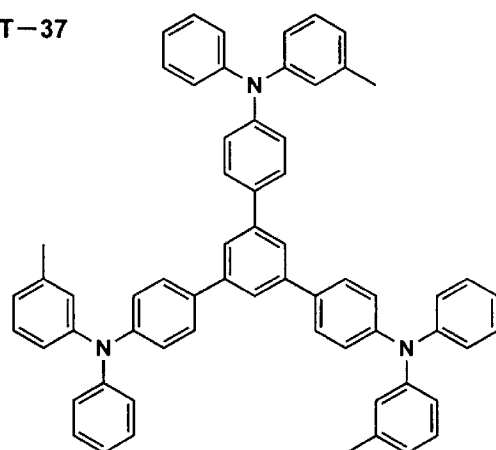
HT-35



HT-36



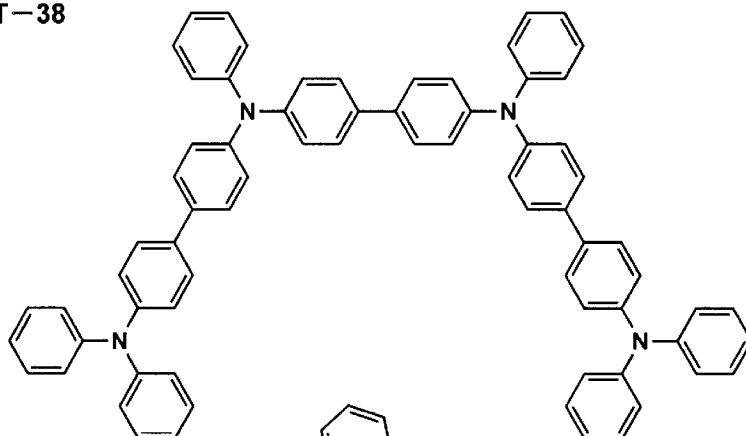
HT-37



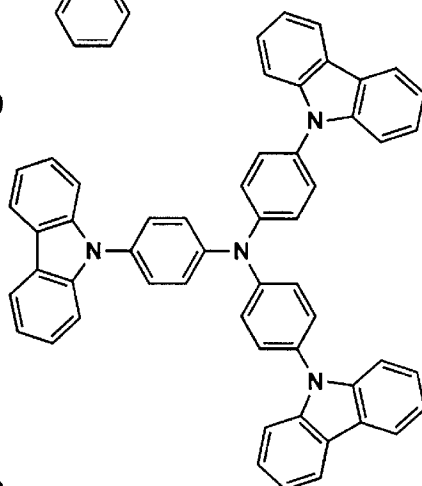
[0285]

[化121]

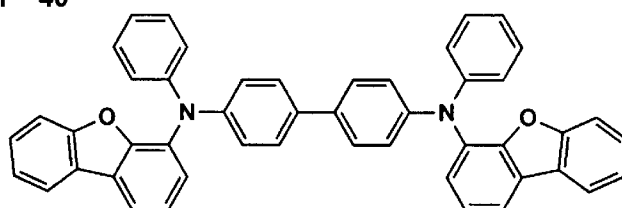
HT-38



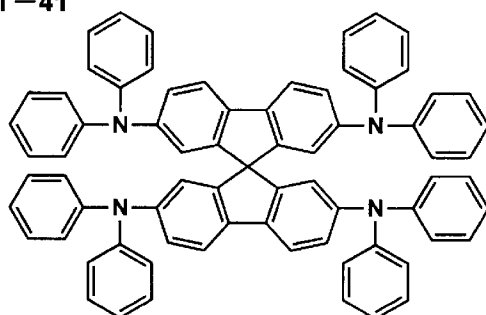
HT-39



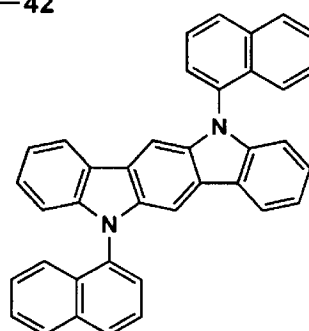
HT-40



HT-41



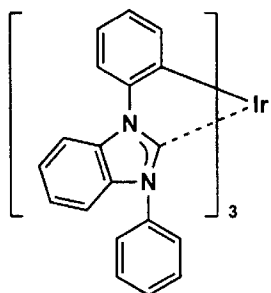
HT-42



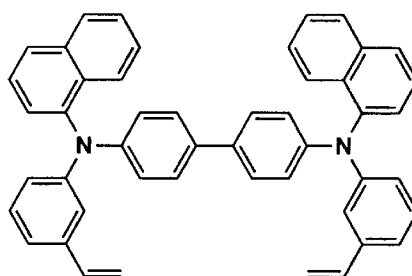
[0286]

[化122]

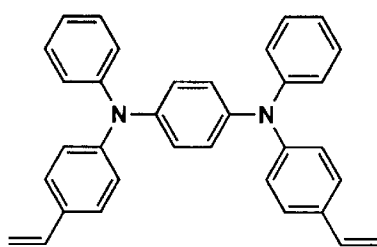
HT-43



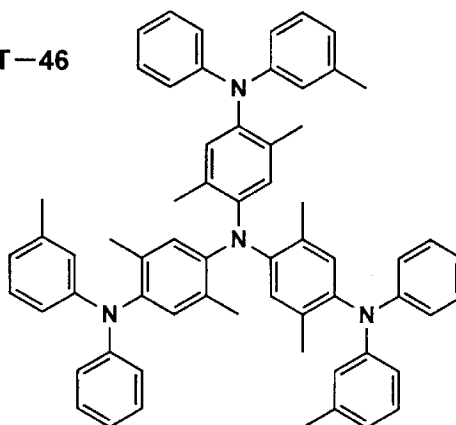
HT-44



HT-45



HT-46



[0287] 《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい（4 eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO）、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。

[0288] また、IDIXO（In₂O₃-ZnO）等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は（100 μm以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。

[0289] あるいは、有機導電性化合物のように塗布可能な物質を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。この陽極

より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10nm~1000nm、好ましくは10nm~200nmの範囲で選ばれる。

[0290] 《支持基板》

本発明の有機EL素子に用いることのできる支持基板（以下、基体、基板、基材、支持体等とも言う）としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また透明であっても不透明であってもよい。支持基板側から光を取り出す場合には、支持基板は透明であることが好ましい。好ましく用いられる透明な支持基板としては、ガラス、石英、透明樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい支持基板は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

[0291] 樹脂フィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、セロファン、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）、セルロースアセテートフタレート（TAC）、セルロースナイトレート等のセルロースエステル類またはそれらの誘導体、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンビニルアルコール、シンジオタクティックポリスチレン、ポリカーボネート、ノルボルネン樹脂、ポリメチルペンテン、ポリエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン類、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトンイミド、ポリアミド、フッ素樹脂、ナイロン、ポリメチルメタクリレート、アクリルあるいはポリアリレート類、アートン（商品名JSR社製）あるいはアペル（商品名三井化学社製）といったシクロオレフィン系樹脂等を挙げられる。

[0292] 樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよく、JIS K 7129-1992に準

拠した方法で測定された、水蒸気透過度 ($25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 (90 ± 2) %RH) が $0.01 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下のバリア性フィルムであることが好ましく、更には、JIS K 7126-1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が、 $10^{-3} \text{ ml} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下、水蒸気透過度が、 $10^{-5} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下の高バリア性フィルムであることが好ましい。

[0293] バリア膜を形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等を用いることができる。更に該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることがより好ましい。無機層と有機層の積層順については特に制限はないが、両者を交互に複数回積層させることが好ましい。

[0294] バリア膜の形成方法については特に限定はなく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、コーティング法等を用いることができるが、特開2004-68143号公報に記載されているような大気圧プラズマ重合法によるものが特に好ましい。

[0295] 不透明な支持基板としては、例えば、アルミ、ステンレス等の金属板、フィルムや不透明樹脂基板、セラミック製の基板等が挙げられる。

[0296] 本発明の有機EL素子の発光の室温における外部取り出し効率は、1%以上であることが好ましく、5%以上であるとより好ましい。

[0297] ここで、外部取り出し量子効率(%) = 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電子数 $\times 100$ である。

[0298] また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用しても、有機EL素子からの発光色を蛍光体を用いて多色へ変換する色変換フィルターを併用してもよい。色変換フィルターを用いる場合においては、有機EL素子の発光の λ_{max} は480nm以下が好ましい。

[0299] 《有機EL素子の作製方法》

有機EL素子の作製方法の一例として、陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層（電子注入層）／陰極からなる素子の作製方法について説明する。

[0300] まず、適当な基体上に所望の電極物質、例えば、陽極用物質からなる薄膜を $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10\text{nm}\sim 200\text{nm}$ の膜厚になるように形成させ、陽極を作製する。

[0301] 次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層、陰極バッファ層等の有機化合物を含有する薄膜を形成させる。

[0302] 薄膜の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、湿式法（ウェットプロセスともいう）等により成膜して形成することができる。

湿式法としては、スピコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法、LB法等があるが、精密な薄膜が形成可能で、且つ高生産性の点から、ダイコート法、ロールコート法、インクジェット法、スプレーコート法などのロール・ツー・ロール方式適性の高い方法が好ましい。また、層ごとに異なる成膜法を適用してもよい。

[0303] 本発明に係る有機EL材料を溶解または分散する液媒体としては、例えば、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、酢酸エチル等の脂肪酸エステル類、ジクロロベンゼン等のハロゲン化炭化水素類、トルエン、キシレン、メシチレン、シクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素類、シクロヘキサン、デカリン、ドデカン等の脂肪族炭化水素類、DMF、DMSO等の有機溶媒を用いることができる。

また、分散方法としては、超音波、高剪断力分散やメディア分散等の分散方法により分散することができる。

[0304] これらの層の形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50\sim 200\text{nm}$ の範囲の膜厚になるように形成させ、陰極を設け

ることにより所望の有機EL素子が得られる。

[0305] また、順序を逆にして、陰極、陰極バッファ層、電子輸送層、正孔阻止層、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。

[0306] 本発明の有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫して正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる成膜法を施しても構わない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行うことが好ましい。

[0307] 《封止》

本発明に用いられる封止手段としては、例えば、封止部材と電極、支持基板とを接着剤で接着する方法を挙げることができる。

[0308] 封止部材としては、有機EL素子の表示領域を覆うように配置されておればよく、凹板状でも平板状でもよい。また透明性、電気絶縁性は特に問わない。

[0309] 具体的には、ガラス板、ポリマー板・フィルム、金属板・フィルム等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等を挙げることができる。

また、ポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等から形成されたものを挙げることができる。

金属板としては、ステンレス、鉄、銅、アルミニウム、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、クロム、チタン、モリブテン、シリコン、ゲルマニウム及びタンタルからなる群から選ばれる一種以上の金属または合金からなるものが挙げられる。

[0310] 本発明においては、素子を薄膜化できるということからポリマーフィルム、金属フィルムを好ましく使用することができる。

更には、ポリマーフィルムは、J I S K 7 1 2 6 - 1 9 8 7 に準拠し

た方法で測定された酸素透過度が $1 \times 10^{-3} \text{ ml} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下、JIS K 7129-1992に準拠した方法で測定された、水蒸気透過度 ($25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 (90 ± 2) %RH) が、 $1 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下のものであることが好ましい。

[0311] 封止部材を凹状に加工するのは、サンドブラスト加工、化学エッチング加工等が使われる。

[0312] 接着剤として具体的には、アクリル酸系オリゴマー、メタクリル酸系オリゴマーの反応性ビニル基を有する光硬化及び熱硬化型接着剤、2-シアノアクリル酸エステル等の湿気硬化型等の接着剤を挙げることができる。また、エポキシ系等の熱及び化学硬化型（二液混合）を挙げることができる。また、ホットメルト型のポリアミド、ポリエステル、ポリオレフィンを挙げることができる。また、カチオン硬化タイプの紫外線硬化型エポキシ樹脂接着剤を挙げることができる。

[0313] なお、有機EL素子が熱処理により劣化する場合があるので、室温から 80°C までに接着硬化できるものが好ましい。また、前記接着剤中に乾燥剤を分散させておいてもよい。封止部分への接着剤の塗布は市販のディスペンサーを使ってもよいし、スクリーン印刷のように印刷してもよい。

[0314] また、有機層を挟み支持基板と対向する側の電極の外側に該電極と有機層を被覆し、支持基板と接する形で無機物、有機物の層を形成し封止膜とすることも好適にできる。この場合、該膜を形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等を用いることができる。

更に、該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることが好ましい。これらの膜の形成方法については、特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、コーティング法等を用いることができる。

。

[0315] 封止部材と有機EL素子の表示領域との間隙には、気相及び液相では、窒素、アルゴン等の不活性気体やフッ化炭化水素、シリコンオイルのような不活性液体を注入することが好ましい。また真空とすることも可能である。また、内部に吸湿性化合物を封入することもできる。

[0316] 吸湿性化合物としては、例えば、金属酸化物（例えば、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化バリウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム等）、硫酸塩（例えば、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸コバルト等）、金属ハロゲン化物（例えば、塩化カルシウム、塩化マグネシウム、フッ化セシウム、フッ化タンタル、臭化セリウム、臭化マグネシウム、沃化バリウム、沃化マグネシウム等）、過塩素酸類（例えば、過塩素酸バリウム、過塩素酸マグネシウム等）等が挙げられ、硫酸塩、金属ハロゲン化物及び過塩素酸類においては無水塩が好適に用いられる。

。

[0317] 《保護膜、保護板》

有機層を挟み支持基板と対向する側の前記封止膜、あるいは前記封止用フィルムの外側に、素子の機械的強度を高めるために保護膜、あるいは保護板を設けてもよい。特に封止が前記封止膜により行われている場合には、その機械的強度は必ずしも高くないため、このような保護膜、保護板を設けることが好ましい。これに使用することができる材料としては、前記封止に用いたのと同様なガラス板、ポリマー板・フィルム、金属板・フィルム等を用いることができるが、軽量且つ薄膜化ということからポリマーフィルムを用いることが好ましい。

[0318] 《光取り出し》

有機EL素子は空気よりも屈折率の高い（屈折率が1.7～2.1程度）層の内部で発光し、発光層で発生した光のうち15%から20%程度の光しか取り出せないことが一般的に言われている。これは、臨界角以上の角度 θ で界面（透明基板と空気との界面）に入射する光は、全反射を起こし素子外

部に取り出すことができないことや、透明電極ないし発光層と透明基板との間で光が全反射を起こし、光が透明電極ないし発光層を導波し、結果として光が素子側面方向に逃げるためである。

[0319] この光の取り出しの効率を向上させる手法としては、例えば、透明基板表面に凹凸を形成し、透明基板と空気界面での全反射を防ぐ方法（米国特許第4, 774, 435号明細書）、基板に集光性を持たせることにより効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）、素子の側面等に反射面を形成する方法（特開平1-220394号公報）、基板と発光体の間に中間の屈折率を持つ平坦層を導入し、反射防止膜を形成する方法（特開昭62-172691号公報）、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法（特開2001-202827号公報）、基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間（含む、基板と外界間）に回折格子を形成する方法（特開平11-283751号公報）等がある。

[0320] 本発明においては、これらの方法を本発明の有機EL素子と組み合わせて用いることができるが、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法、あるいは基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間（含む、基板と外界間）に回折格子を形成する方法を好適に用いることができる。

[0321] 本発明はこれらの手段を組み合わせることにより、更に高輝度あるいは耐久性に優れた素子を得ることができる。

[0322] 透明電極と透明基板の間に低屈折率の媒質を光の波長よりも長い厚みで形成すると、透明電極から出てきた光は、媒質の屈折率が低いほど外部への取り出し効率が高くなる。

[0323] 低屈折率層としては、例えば、エアロゲル、多孔質シリカ、フッ化マグネシウム、フッ素系ポリマー等が挙げられる。透明基板の屈折率は一般に1.5～1.7程度であるので、低屈折率層は屈折率がおよそ1.5以下であることが好ましい。また、更に1.35以下であることが好ましい。

[0324] また、低屈折率媒質の厚みは媒質中の波長の2倍以上となるのが望ましい

。これは低屈折率媒質の厚みが、光の波長程度になってエバネッセントで染み出した電磁波が基板内に入り込む膜厚になると、低屈折率層の効果が薄れるからである。

[0325] 全反射を起こす界面もしくはいずれかの媒質中に回折格子を導入する方法は、光取り出し効率の向上効果が高いという特徴がある。この方法は回折格子が1次の回折や2次の回折といった所謂ブラッグ回折により、光の向きを屈折とは異なる特定の向きに変えることができる性質を利用して、発光層から発生した光のうち層間での全反射等により外に出ることができない光を、いずれかの層間もしくは、媒質中（透明基板内や透明電極内）に回折格子を導入することで光を回折させ、光を外に取り出そうとするものである。

[0326] 導入する回折格子は、二次元的な周期屈折率を持っていることが望ましい。これは発光層で発光する光はあらゆる方向にランダムに発生するので、ある方向にのみ周期的な屈折率分布を持っている一般的な1次元回折格子では、特定の方向に進む光しか回折されず、光の取り出し効率がさほど上がらない。

[0327] しかしながら、屈折率分布を二次元的な分布にすることにより、あらゆる方向に進む光が回折され、光の取り出し効率が上がる。

[0328] 回折格子を導入する位置としては前述の通り、いずれかの層間もしくは媒質中（透明基板内や透明電極内）でもよいが、光が発生する場所である有機発光層の近傍が望ましい。

[0329] このとき、回折格子の周期は媒質中の光の波長の約 $1/2 \sim 3$ 倍程度が好ましい。

[0330] 回折格子の配列は正方形のラチス状、三角形のラチス状、ハニカムラチス状等、2次元的に配列が繰り返されることが好ましい。

[0331] 《集光シート》

本発明の有機EL素子は基板の光取り出し側に、例えば、マイクロレンズアレイ状の構造を設けるように加工したり、あるいは所謂集光シートと組み合わせることにより、特定方向、例えば、素子発光面に対し正面方向に集光

することにより、特定方向上の輝度を高めることができる。

[0332] マイクロレンズアレイの例としては、基板の光取り出し側に一辺が $30\mu\text{m}$ でその頂角が 90° となるような四角錐を2次元に配列する。一辺は $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ が好ましい。これより小さくなると回折の効果が発生して色付く、大きすぎると厚みが厚くなり好ましくない。

[0333] 集光シートとしては、例えば、液晶表示装置のLEDバックライトで実用化されているものを用いることが可能である。このようなシートとして、例えば、住友スリーエム社製輝度上昇フィルム（BEF）等を用いることができる。

プリズムシートの形状としては、例えば、基材に頂角 90° 、ピッチ $50\mu\text{m}$ の△状のストライプが形成されたものであってもよいし、頂角が丸みを帯びた形状、ピッチをランダムに変化させた形状、その他の形状であってもよい。

[0334] また、発光素子からの光放射角を制御するために、光拡散板・フィルムを集光シートと併用してもよい。例えば、（株）きもと製拡散フィルム（ライトアップ）等を用いることができる。

[0335] 《用途》

本発明の有機EL素子は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。発光光源として、例えば、照明装置（家庭用照明、車内照明）、時計や液晶用バックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではないが、特に液晶表示装置のバックライト、照明用光源としての用途に有効に用いることができる。

[0336] 本発明の有機EL素子においては、必要に応じ成膜時にメタルマスクやインクジェットプリンティング法等でパターニングを施してもよい。パターニングする場合は、電極のみをパターニングしてもよいし、電極と発光層をパターニングしてもよいし、素子全層をパターニングしてもよく、素子の作製においては、従来公知の方法を用いることができる。

[0337] 本発明の有機EL素子や本発明に係る化合物の発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」（日本色彩学会編、東京大学出版会、1985）の108頁の図4. 16において、分光放射輝度計CS-1000（コニカミノルタセンシング（株）製）で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

[0338] また、本発明の有機EL素子が白色素子の場合には、白色とは、2度視野角正面輝度を上記方法により測定した際に、 1000 cd/m^2 でのCIE 1931表色系における色度が $X=0.33\pm0.07$ 、 $Y=0.33\pm0.1$ の領域内にあることを言う。

[0339] 《表示装置》

本発明の表示装置について説明する。本発明の表示装置は、本発明の有機EL素子を具備したものである。本発明の表示装置は単色でも多色でもよいが、ここでは多色表示装置について説明する。

[0340] 多色表示装置の場合は発光層形成時のみシャドーマスクを設け、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。

発光層のみパターンニングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、スピンコート法、印刷法である。

[0341] 表示装置に具備される有機EL素子の構成は、必要に応じて上記の有機EL素子の構成例の中から選択される。

[0342] また、有機EL素子の製造方法は、上記の本発明の有機EL素子の製造の一態様に示したとおりである。

[0343] このようにして得られた多色表示装置に直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧2V～40V程度を印加すると発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。更に交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

[0344] 多色表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用い

ることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の3種の有機EL素子を用いることによりフルカラーの表示が可能となる。

[0345] 表示デバイス、ディスプレイとしては、テレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は駆動方式は単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。

[0346] 発光光源としては家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、本発明はこれらに限定されない。

[0347] 以下、本発明の有機EL素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

図1は有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

[0348] ディスプレイ1は複数の画素を有する表示部A、画像情報に基づいて表示部Aの画像走査を行う制御部B等からなる。

制御部Bは表示部Aと電氣的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線毎の画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部Aに表示する。

[0349] 図2は表示部Aの模式図である。

表示部Aは基板上に、複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と複数の画素3等とを有する。表示部Aの主要な部材の説明を以下に行う。図2においては、画素3の発光した光が白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

[0350] 配線部の走査線5及び複数のデータ線6はそれぞれ導電材料からなり、走

査線 5 とデータ線 6 は格子状に直交して、直交する位置で画素 3 に接続している（詳細は図示していない）。

画素 3 は走査線 5 から走査信号が印加されると、データ線 6 から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。

発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を適宜同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

[0351] 次に、画素の発光プロセスを説明する。図 3 は画素の模式図である。

画素は有機 EL 素子 10、スイッチングトランジスター 11、駆動トランジスター 12、コンデンサー 13 等を備えている。複数の画素に有機 EL 素子 10 として、赤色、緑色、青色発光の有機 EL 素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

[0352] 図 3 において、制御部 B からデータ線 6 を介してスイッチングトランジスター 11 のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部 B から走査線 5 を介してスイッチングトランジスター 11 のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスター 11 の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサー 13 と駆動トランジスター 12 のゲートに伝達される。

[0353] 画像データ信号の伝達により、コンデンサー 13 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスター 12 の駆動がオンする。駆動トランジスター 12 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 EL 素子 10 の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 EL 素子 10 に電流が供給される。

[0354] 制御部 B の順次走査により走査信号が次の走査線 5 に移ると、スイッチングトランジスター 11 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスター 11 の駆動がオフしてもコンデンサー 13 は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスター 12 の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機 EL 素子 10 の発光が継続する。

。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスター 12 が駆動して有機 EL 素子 10 が発光する。

即ち、有機 EL 素子 10 の発光は、複数の画素それぞれの有機 EL 素子 10 に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスター 11 と駆動トランジスター 12 を設けて、複数の画素 3 それぞれの有機 EL 素子 10 の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

[0355] ここで、有機 EL 素子 10 の発光は複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2 値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。また、コンデンサー 13 の電位の保持は次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機 EL 素子を発光させるパッシブマトリクス方式の発光駆動でもよい。

[0356] 図 4 はパッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図 4 において、複数の走査線 5 と複数の画像データ線 6 が画素 3 を挟んで対向して格子状に設けられている。

順次走査により走査線 5 の走査信号が印加されたとき、印加された走査線 5 に接続している画素 3 が画像データ信号に応じて発光する。

パッシブマトリクス方式では画素 3 にアクティブ素子が無く、製造コストの低減が計れる。

[0357] 《照明装置》

本発明の照明装置について説明する。本発明の照明装置は上記有機 EL 素子を有する。

本発明の有機 EL 素子に共振器構造を持たせた有機 EL 素子として用いてもよく、このような共振器構造を有した有機 EL 素子の使用目的としては、

光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機的光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザー発振をさせることにより上記用途に使用してもよい。

また、本発明の有機EL素子は照明用や露光光源のような一種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置（ディスプレイ）として使用してもよい。

動画再生用の表示装置として使用する場合は、単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を2種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

[0358] また、本発明の有機EL材料は照明装置として、実質白色の発光を生じる有機EL素子に適用できる。複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて混色により白色発光を得る。複数の発光色の組み合わせとしては、赤色、緑色、青色の3原色の3つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した2つの発光極大波長を含有したものでもよい。

また複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数のリン光または蛍光で発光する材料を複数組み合わせたもの、蛍光またはリン光で発光する発光材料と、発光材料からの光を励起光として発光する色素材料との組み合わせたもののいずれでもよいが、本発明に係る白色有機EL素子においては、発光ドーパントを複数組み合わせ混合するだけでよい。

[0359] 発光層、正孔輸送層あるいは電子輸送層等の形成時のみマスクを設け、マスクにより塗り分ける等単純に配置するだけでよく、他層は共通であるのでマスク等のパターンニングは不要であり、一面に蒸着法、キャスト法、スピニングコート法、インクジェット法、印刷法等で例えば電極膜を形成でき、生産性も向上する。この方法によれば、複数色の発光素子をアレー状に並列配置した白色有機EL装置と異なり、素子自体が発光白色である。

発光層に用いる発光材料としては特に制限はなく、例えば、液晶表示素子におけるバックライトであれば、CF（カラーフィルター）特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係る金属錯体、また公知の発光材料の中から任意のものを選択して組み合わせて白色化すればよい。

[0360] 《本発明の照明装置の一態様》

本発明の有機EL素子を具備した、本発明の照明装置の一態様について説明する。

本発明の有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚み300 μ mのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材として、エポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラックストラックLC0629B）を適用し、これを陰極上に重ねて透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止し、図5、図6に示すような照明装置を形成することができる。

[0361] 図5は、照明装置の概略図を示し、本発明の有機EL素子101はガラスカバー102で覆われている（なお、ガラスカバーでの封止作業は、有機EL素子101を大気に接触させることなく窒素雰囲気下のグローブボックス（純度99.999%以上の高純度窒素ガスの雰囲気下）で行った。）。

[0362] 図6は、照明装置の断面図を示し、図6において、105は陰極、106は有機EL層、107は透明電極付きガラス基板を示す。なお、ガラスカバー102内には窒素ガス108が充填され、捕水剤109が設けられている。

実施例 1

[0363] 《ドーパント化合物の昇華性》

本発明に係るドーパント化合物（6座配位型オルトメタルイリジウム錯体）及び比較のドーパント化合物に対して、下記の評価を行った。本発明に係るドーパント化合物としては、化合物1～5，7～14，93，103～115，117～120，151，182，213，244，275，306，337，368，399，430，487を用いた。また、比較例のドー

パント化合物としては、比較化合物 1, 2 を用いた。比較化合物 1 は、一般式 (I) において $L_1 \sim L_3$ が全て配位子 $L-2$ であって、連結基が $V-1$ の化合物であり、比較化合物 2 は、一般式 (I) において $L_1 \sim L_3$ が全て配位子 $L-2$ であって、 $L_1 \sim L_3$ が連結基によって連結されていない（連結基がない）化合物である。

なお、本発明に係るドーパント化合物において、 $L_1 \sim L_3$ が連結基によって連結されていない場合についても評価を行った。

[0364] 真空蒸着装置の加熱ボートに何れかのドーパント化合物を 500 mg 入れ、真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧した後、当該加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 2.0 Å/秒で所定の基板上に 200 nm の薄膜が形成されるまで蒸着を行った。

[0365] 蒸着終了後、ドーパント化合物を入れた加熱ボートを目視で確認し、蒸着前の状態と比較することで評価を行った。蒸着前の状態から全く変化がない場合又はほとんど変化がない場合を「○」とし、蒸着前の状態から一部又は全体が変色している場合を「△」とし、焦げが生じている場合を「×」とした。

その評価結果を表 11 に示す。

[0366]

[表11-1]

ドーパント	配位子			連結基	昇華性	
	L ₁	L ₂	L ₃		連結基あり	連結基なし
化合物1	L-2	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物2	L-2	L-2	L-1	V-1	○	△
化合物3	L-2	L-2	L-3	V-1	○	△
化合物4	L-2	L-1	L-4	V-1	○	△
化合物5	L-6	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物7	L-8	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物8	L-11	L-46	L-46	V-1	△	×
化合物9	L-15	L-46	L-46	V-1	○	×
化合物10	L-2	L-21	L-21	V-1	○	△
化合物11	L-33	L-24	L-24	V-1	○	×
化合物12	L-43	L-1	L-2	V-1	○	△
化合物13	L-44	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物14	L-2	L-2	L-48	V-1	○	△
化合物93	L-2	L-2	L-49	V-1	○	△
化合物103	L-59	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物104	L-60	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物105	L-61	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物106	L-62	L-1	L-1	V-1	△	×
化合物107	L-63	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物108	L-64	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物109	L-65	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物110	L-66	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物111	L-67	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物112	L-68	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物113	L-69	L-1	L-1	V-1	○	×

[表11-2]

ドーパント	配位子			連結基	昇華性	
	L ₁	L ₂	L ₃		連結基あり	連結基なし
化合物114	L-70	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物115	L-71	L-1	L-1	V-1	○	×
化合物117	L-73	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物118	L-74	L-1	L-1	V-1	○	△
化合物119	L-75	L-1	L-1	V-1	△	×
化合物120	L-2	L-1	L-1	V-5	○	△
化合物151	L-2	L-1	L-1	V-15	○	△
化合物182	L-2	L-1	L-1	V-18	○	△
化合物213	L-2	L-1	L-1	V-22	○	△
化合物244	L-2	L-1	L-1	V-26	○	△
化合物275	L-2	L-1	L-1	V-30	○	△
化合物306	L-2	L-1	L-1	V-35	○	△
化合物337	L-2	L-1	L-1	V-39	○	△
化合物368	L-2	L-1	L-1	V-50	○	△
化合物399	L-2	L-1	L-1	V-54	○	△
化合物430	L-381	L-380	L-380	V-2	○	△
化合物487	L-381	L-380	L-380	V-54	○	△
比較化合物 1	L-2	L-2	L-2	V-1	△	—
比較化合物 2	L-2	L-2	L-2	なし	—	×

[0367] 表 1 1 の評価結果から、L₁～L₃が連結基によって連結されていない場合や、連結基によって連結されているがL₁～L₃が全て同じ配位子である場合には、昇華性が悪いことが分かる。また、L₁～L₃が連結基によって連結されており、且つ、L₁～L₃の全てが互いに異なる構造であるか又L₁～L₃のうち何れか一つが異なる構造である本発明に係るドーパント化合物は、昇華性が良いことが分かる。

また、表 1 1 中には示していないが、表 1 1 に示される各化合物について、L₁～L₃の全てをL₁～L₃のうち最も式量大きいものに変更した場合、

何れの化合物についても昇華性は低下し、蒸着終了後に焦げが生じた。

[0368] 《ドーパント化合物の溶解性》

本発明に係るドーパント化合物に対して、下記の評価を行った。本発明に係るドーパント化合物としては、化合物 1, 120, 151, 182, 213, 244, 275, 306, 337, 368, 399 を用いた。

[0369] 各ドーパント化合物を溶媒（酢酸イソプロピル）に溶解し、その溶解性を目視で評価した。溶媒に溶解する場合を「○」とし、溶媒に溶解しにくい場合を「△」とし、溶媒に全く溶解しない場合を「×」とした。

その評価結果を表 12 に示す。

[0370] [表12]

ドーパント	配位子			連結基	溶解性
	L ₁	L ₂	L ₃		
化合物1	L-2	L-1	L-1	V-1	×
化合物120	L-2	L-1	L-1	V-5	△
化合物151	L-2	L-1	L-1	V-15	×
化合物182	L-2	L-1	L-1	V-18	×
化合物213	L-2	L-1	L-1	V-22	△
化合物244	L-2	L-1	L-1	V-26	△
化合物275	L-2	L-1	L-1	V-30	○
化合物306	L-2	L-1	L-1	V-35	△
化合物337	L-2	L-1	L-1	V-39	○
化合物368	L-2	L-1	L-1	V-50	○
化合物399	L-2	L-1	L-1	V-54	○

[0371] 表 12 の評価結果から、連結基を変更することで本発明に係るドーパント化合物の溶解性を制御することが可能であり、これにより、有機 EL 素子をウェットプロセスで作製する場合にも適用可能であることが確認された。

実施例 2

[0372] 《有機 EL 素子 1 の作製》

続いて、実施例 1 にて昇華性評価を行った各ドーパント化合物を用いて有

機EL素子を作製した。以下、具体的に説明する。

100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上に、陽極としてITO（インジウムチンオキシド）を100nm成膜した基板（AvanStrate株式会社製、NA-45）にパターニングを行った。その後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥して、UVオゾン洗浄を5分間行った。

[0373] この透明支持基板上に、ポリ（3，4－エチレンジオキシチオフェン）－ポリスチレンスルホネート（PEDOT／PSS、Bayer株式会社製、Baytron PAI 4083）を純水で70％に希釈した溶液を用い、スピコート法により薄膜を形成した後、200℃にて1時間乾燥し、膜厚30nmの第1正孔輸送層を設けた。

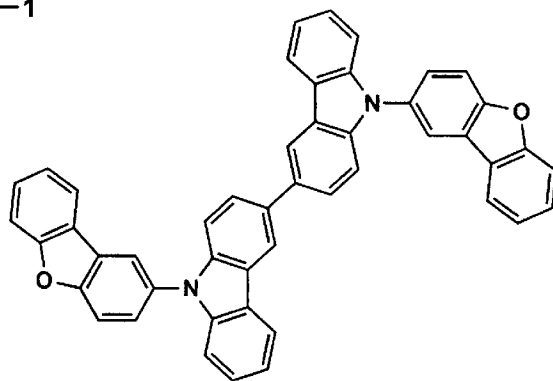
[0374] この第1正孔輸送層上に、正孔輸送材料Poly（N，N'－ビス（4－ブチルフェニル）－N，N'－ビス（フェニル））ベンジジン（American Dye Source株式会社製、ADS-254）のクロロベンゼン溶液を用い、スピコート法により薄膜を形成した。150℃で1時間加熱乾燥し、膜厚40nmの第2正孔輸送層を設けた。

[0375] この第2正孔輸送層上に、ホスト化合物としてH-1及びドーパント化合物として化合物1の酢酸ブチル溶液を用い、スピコート法により薄膜を形成し、120℃で1時間加熱乾燥し、膜厚30nmの発光層を設けた。

ホスト化合物として用いられるH-1は下記式で表される。

[0376] [化123]

H-1



[0377] この発光層上に、電子輸送材料E T-11の1-ブタノールの溶液を用い、スピンコート法により薄膜を形成し、膜厚20nmの電子輸送層を設けた。

[0378] これを、真空蒸着装置に取付け、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した。次いで、電子注入層としてフッ化リチウムを1.0nm、陰極としてアルミニウムを110nmそれぞれ蒸着し、有機EL素子1-1を作製した。

[0379] 《有機EL素子2~44の作製》

有機EL素子1の作製において、ドーパント化合物を表13及び表14に示す化合物に変更した。

それ以外は同様にして、有機EL素子2~44を各々作製した。

[0380] 《有機EL素子の評価》

得られた有機EL素子1~44を評価するに際しては、作製後の各有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚み300 μ mのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材としてエポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラックストラックLC0629B）を適用し、これを上記陰極上に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止して、図5及び図6に示すような照明装置を形成し、当該照明装置をサンプルとして評価した。

このようにして作製した各サンプルについて下記の評価を行った。評価結果を表13及び表14に示す。

[0381] (1) 外部取り出し量子効率（単に、効率ともいう）

有機EL素子を室温（約23~25℃）、2.5mA/cm²の定電流条件下による点灯を行い、点灯開始直後の発光輝度（L）[cd/m²]を測定することにより、外部取り出し量子効率（ η ）を算出した。

ここで、発光輝度の測定はCS-1000（コニカミノルタセンシング製）を用いて行い、外部取り出し量子効率は比較例の有機EL素子43の値を100とする相対値で表した。

[0382] (2) 駆動電圧

有機EL素子を室温（約23℃～25℃）、2.5 mA/cm²の定電流条件下により駆動した時の電圧を各々測定し、測定結果を下記に示した計算式により計算し、得られた結果を表13及び表14に示した。

駆動電圧は、比較例の有機EL素子43の値を100とする相対値で表した。

駆動電圧（相対値）＝（有機EL素子43（比較例）の駆動電圧／各素子の駆動電圧）×100

なお、値が大きい方が比較に対して駆動電圧が低いことを示す。

[0383] （3）半減寿命

下記に示す測定法にしたがって、半減寿命の評価を行った。

各有機EL素子を初期輝度1000 cd/m²を与える電流で定電流駆動して、初期輝度の1/2（500 cd/m²）になる時間を求め、これを半減寿命の尺度とした。

なお、半減寿命は比較例の有機EL素子43の値を100とする相対値で表した。

[0384]

[表13-1]

サン プル	ドーパント	配位子			連結基	配位子の式量			準位(eV)		H-1との 準位差		素子特性			備考
		L ₁	L ₂	L ₃		最大	最小	差	Ip	Ea	ΔIp	ΔEa	効率	駆動 電圧	半減 寿命	
1	化合物1	L-2	L-1	L-1	V-1	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	150	本発明
2	化合物2	L-2	L-2	L-1	V-1	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	130	本発明
3	化合物3	L-2	L-2	L-3	V-1	380.5	322.4	58.1	5.2	2.2	0.4	0.1	115	110	135	本発明
4	化合物4	L-2	L-1	L-4	V-1	380.5	304.4	76.1	5.3	2.4	0.3	0.1	105	140	200	本発明
5	化合物5	L-6	L-1	L-1	V-1	405.5	304.4	101.1	5.3	2.3	0.3	0.0	100	145	165	本発明
6	化合物7	L-8	L-1	L-1	V-1	381.5	304.4	77.1	5.2	2.4	0.4	0.1	100	120	130	本発明
7	化合物8	L-11	L-46	L-46	V-1	532.7	158.2	374.5	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	120	本発明
8	化合物9	L-15	L-46	L-46	V-1	469.6	158.2	311.4	5.1	2.3	0.5	0.0	105	105	125	本発明
9	化合物10	L-2	L-21	L-21	V-1	380.5	305.4	75.1	5.4	2.7	0.2	0.4	105	135	170	本発明
10	化合物11	L-33	L-24	L-24	V-1	471.6	262.4	209.2	5.3	2.3	0.3	0.0	95	135	190	本発明
11	化合物12	L-43	L-1	L-2	V-1	382.5	304.4	78.1	5.2	2.2	0.4	0.1	100	110	150	本発明
12	化合物13	L-44	L-1	L-1	V-1	396.5	304.4	92.1	5.2	2.3	0.4	0.0	105	110	145	本発明
13	化合物14	L-2	L-2	L-48	V-1	380.5	221.3	159.2	5.3	2.2	0.3	0.1	105	130	155	本発明

[表13-2]

サン ブル	ドーパント	配位子			連結基	配位子の式量			準位(eV)		H-1との 準位差		素子特性			備考
		L ₁	L ₂	L ₃		最大	最小	差	Ip	Ea	ΔIp	ΔEa	効率	駆動 電圧	半減 寿命	
14	化合物93	L-2	L-2	L-49	V-1	380.5	271.3	109.2	5.3	2.2	0.3	0.1	105	130	195	本発明
15	化合物103	L-59	L-1	L-1	V-1	394.6	304.4	90.2	5.0	2.3	0.6	0.0	105	100	135	本発明
16	化合物104	L-60	L-1	L-1	V-1	400.6	304.4	96.2	5.0	1.9	0.6	0.4	100	95	120	本発明
17	化合物105	L-61	L-1	L-1	V-1	394.5	304.4	90.1	5.1	2.4	0.5	0.1	105	100	155	本発明
18	化合物106	L-62	L-1	L-1	V-1	509.7	304.4	205.3	5.5	2.3	0.1	0.0	110	155	210	本発明
19	化合物107	L-63	L-1	L-1	V-1	408.6	304.4	104.2	5.0	2.2	0.6	0.1	100	100	155	本発明
20	化合物108	L-64	L-1	L-1	V-1	460.3	304.4	155.9	5.0	2.2	0.6	0.1	115	100	155	本発明
21	化合物109	L-65	L-1	L-1	V-1	408.6	304.4	104.2	5.0	2.2	0.6	0.1	115	100	135	本発明
22	化合物110	L-66	L-1	L-1	V-1	380.5	304.4	76.1	5.0	1.7	0.6	0.6	105	90	125	本発明
23	化合物111	L-67	L-1	L-1	V-1	470.6	304.4	166.2	5.2	2.4	0.4	0.1	100	110	160	本発明
24	化合物112	L-68	L-1	L-1	V-1	395.5	304.4	91.1	5.2	2.3	0.4	0.0	105	110	155	本発明
25	化合物113	L-69	L-1	L-1	V-1	448.5	304.4	144.1	5.2	2.7	0.4	0.4	115	95	140	本発明
26	化合物114	L-70	L-1	L-1	V-1	433.6	304.4	129.2	5.3	2.5	0.3	0.3	105	125	190	本発明
27	化合物115	L-71	L-1	L-1	V-1	408.6	304.4	104.2	5.0	2.2	0.6	0.1	115	100	135	本発明

[0385]

[表14-1]

サン プル	ドーパント	配位子			連結基	配位子の式量			準位(eV)		H-1との 準位差			素子特性			備考
		L ₁	L ₂	L ₃		最大	最小	差	Ip	Ea	ΔIp	ΔEa	効率	駆動 電圧	半減 寿命		
28	化合物117	L-73	L-1	L-1	V-1	394.5	304.4	90.1	5.1	2.3	0.5	0.0	105	100	155	本発明	
29	化合物118	L-74	L-1	L-1	V-1	378.5	304.4	74.1	5.1	2.2	0.5	0.1	110	100	135	本発明	
30	化合物119	L-75	L-1	L-1	V-1	495.7	304.4	191.3	5.3	2.3	0.3	0.0	110	130	200	本発明	
31	化合物120	L-2	L-1	L-1	V-5	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	135	本発明	
32	化合物151	L-2	L-1	L-1	V-15	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明	
33	化合物182	L-2	L-1	L-1	V-18	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	155	本発明	
34	化合物213	L-2	L-1	L-1	V-22	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明	
35	化合物244	L-2	L-1	L-1	V-26	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明	
36	化合物275	L-2	L-1	L-1	V-30	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明	
37	化合物306	L-2	L-1	L-1	V-35	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	120	本発明	
38	化合物337	L-2	L-1	L-1	V-39	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	125	本発明	
39	化合物368	L-2	L-1	L-1	V-50	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明	

[表14-2]

サン プル	ドーパント	配位子			連結基	配位子の式量			準位(eV)		H-1との 準位差		素子特性			備考
		L ₁	L ₂	L ₃		最大	最小	差	Ip	Ea	ΔI_p	ΔE_a	効率	駆動 電圧	半減 寿命	
40	化合物399	L-2	L-1	L-1	V-54	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明
41	化合物430	L-381	L-380	L-380	V-2	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	110	100	160	本発明
42	化合物487	L-381	L-380	L-380	V-54	380.5	304.4	76.1	5.0	2.2	0.6	0.1	115	100	160	本発明
43	比較化合物 1	L-2	L-2	L-2	V-1	380.5	380.5	0	5.0	2.2	0.6	0.1	100	100	100	比較例
44	比較化合物 2	L-2	L-2	L-2	なし	380.5	380.5	0	5.0	2.2	0.6	0.1	90	100	80	比較例

[0386] (4) まとめ

表13及び表14の結果から、本発明の有機EL素子1～42は、比較例

の有機EL素子43, 44よりも、高い効率及び長寿命を示し、素子としての特性が向上していることが分かる。

[0387] また、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち最も小さい式量と最も大きい式量の差が77以上である化合物93を用いて作製された有機EL素子14の効率及び半減寿命が、他のサンプルに比べて向上していることから、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち最も小さい式量と最も大きい式量の差が77以上である化合物を用いて有機EL素子を作製することが好ましいと言える。

[0388] また、表13及び表14の結果から、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち最も小さい式量が247以上である化合物4を用いて作製された有機EL素子4の効率及び半減寿命が、他のサンプルに比べて向上していることが分かる。なお、式量とは、各配位子において、 Ir 又は連結基との連結部位に水素原子が置換した場合の配位子の分子量を示す。

よって、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち最も小さい式量が247以上である化合物を用いて有機EL素子を作製することが好ましいと言える。

[0389] また、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち最も大きい式量が475以上である化合物106を用いて作製された有機EL素子18の駆動電圧が、他のサンプルに比べて向上していることから、一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち最も大きい式量が475以下である化合物を用いて有機EL素子を作製することが好ましいと言える。

[0390] また、6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物とのイオン化ポテンシャルの差($|\Delta I_p|$)が0.3以下である有機EL素子4, 10, 14, 18, 26, 30の半減寿命が他のサンプルに比べて向上していることから、6座配位型オルトメタルイリジウム錯体のイオン化ポテンシャル($I_p - Ir$)とホスト化合物のイオン化ポテンシャル($I_p - HOST$)との差が $|(I_p - Ir) - (I_p - HOST)| \leq 0.3 \text{ eV}$ を満たすことが好ましいと言える。

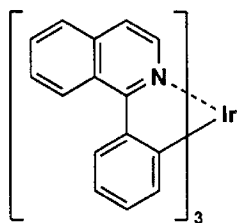
[0391] また、6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とホスト化合物との電子親和力の差($|\Delta E_a|$)が0.3未満である有機EL素子3, 20, 21,

27, 42の効率及び半減寿命が他のサンプルに比べて向上していることから、6座配位型オルトメタルイリジウム錯体の電子親和力 ($E_a - I_r$) とホスト化合物の電子親和力 ($E_a - H O S T$) との差が $|(E_a - H O S T) - (E_a - I_r)| < 0.3 \text{ eV}$ を満たすことが好ましいと言える。

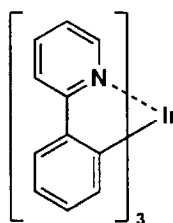
[0392] 以下の実施例3～6に用いる化合物の構造を以下に示す。

[0393] [化124]

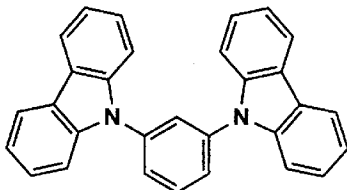
cRD-1



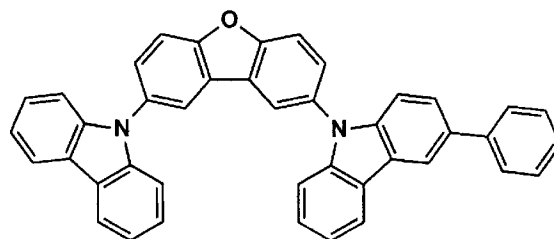
cGD-1



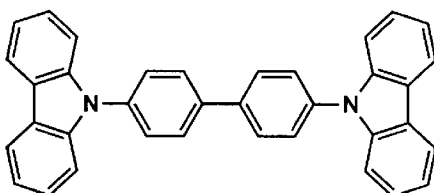
cHS-1



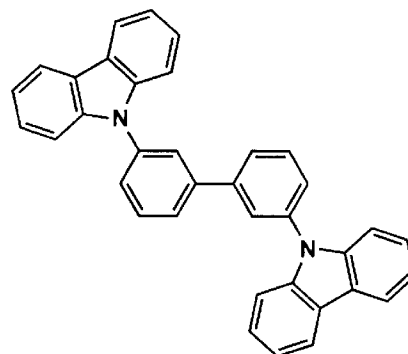
cHS-2



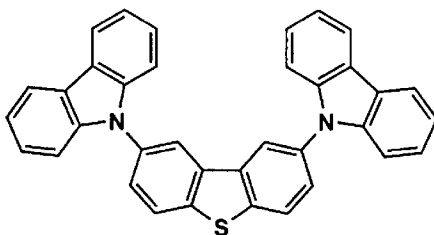
cHS-3



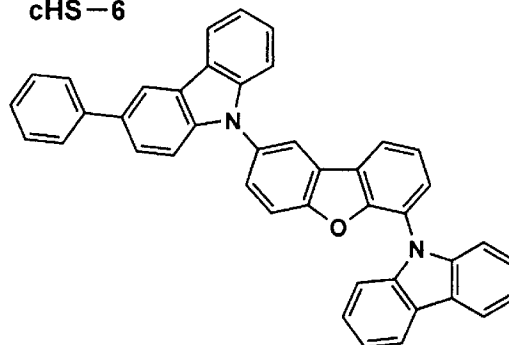
cHS-4



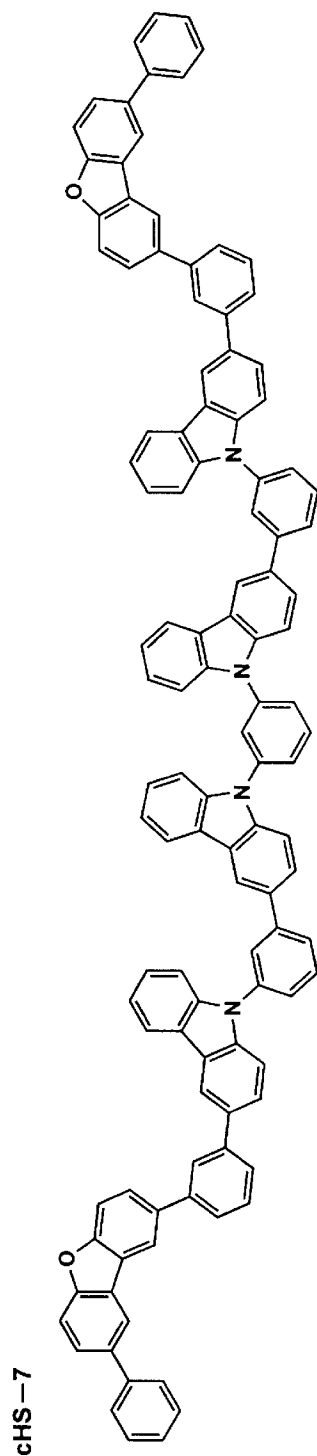
cHS-5



cHS-6



[0394] [化125]



実施例 3

[0395] 《有機EL素子1-33の作製》

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキシド）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス

社製NA45)にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

[0396] この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方モリブデン製抵抗加熱ボートにHT-30を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにHT-2を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにcHS-3を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートに化合物1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートに化合物ET-2を200mg入れ、真空蒸着装置に取り付けた。

[0397] 次いで真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、HT-30の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、透明支持基板に蒸着し10nmの正孔注入層を設けた。

[0398] 更にHT-2の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、前記正孔注入層上に蒸着し20nmの正孔輸送層を設けた。

[0399] 更にcHS-3と化合物1の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.1nm/秒、0.0176nm/秒で前記正孔輸送層上に共蒸着し60nmの発光層を設けた。

[0400] 更に化合物ET-2の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、前記発光層上に蒸着し20nmの電子輸送層を設けた。

[0401] 引き続き、陰極バッファ層としてフッ化カリウム0.5nmを蒸着し、更にアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-33を作製した。

[0402] 《有機EL素子1-34～1-52の作製》

有機EL素子1-33の作製において、cHS-3、化合物1を表15に記載の化合物に変更し、且つ、表15に示したドーパント濃度になるようにドーパントを入れたボートの蒸着速度を変更した以外は同様にして有機EL素子1-34～1-52を作製した。なお、表15には、一般式(A)で表されるホスト化合物のAr数、末端ベンゼン環数、C-N結合数、ジベンゾ

フラン（DBF）、ジベンゾチオフェン（DBT）数の値も示した。

[0403] 《有機EL素子1-33～1-52の評価》

得られた有機EL素子进行评估するに際しては、作製後の各有機EL素子の非発光面をガラスカバーで覆い、ガラスカバーと有機EL素子が作製されたガラス基板とが接触するガラスカバー側の周囲にシール剤としてエポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラクストラックLC0629B）を適用し、これを上記陰極側に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側から有機EL素子を除いた部分にUV光を照射して硬化させ、封止して、図5、6に示すような照明装置を形成して評価した。

[0404] 次いで、下記の評価を行った。

[0405] [駆動電圧]

有機EL素子を室温、 2.5 mA/cm^2 の定電流条件下により駆動した時の電圧を各々測定し、測定結果を下記に示すように有機EL素子1-33を175として各々相対値で示した。

[0406] 駆動電圧 = (各素子の初期駆動電圧 / 有機EL素子1の初期駆動電圧) $\times 175$

なお、値が小さいほど比較に対して駆動電圧が小さいことを示す。

[0407] [色度安定性]

色度変動幅は、発光開始直後のサンプルと 2.5 mA/cm^2 の定電流条件下による連続発光を行い、初期輝度の半分の輝度になった時のサンプルについて、サンプルの正面輝度 1000 cd/m^2 におけるCIE1931、x、y値の変動最大距離 ΔE を下式で求め、有機EL素子1-33の結果を105として各々相対値で表した。値が小さいほど変動が少なく、色度安定性が良好であることを意味する。なお、正面輝度の測定については分光放射輝度計CS-1000（コニカミノルタセンシング社製）を用いた。

[0408] $\Delta E = (\Delta x^2 + \Delta y^2)^{1/2}$

[0409]

[表15]

No.	ホスト	ドーパント	ドーパント濃度 (%)	Ar 数	末端 Ph 基	C-N 数	DBForDBT 数	駆動電圧	色度安定性	備考
1-33	chS-3	化合物1	4	4	0	2	0	175	105	本発明
1-34	chS-4	化合物1	4	4	0	2	0	160	102	本発明
1-35	chS-5	化合物1	4	3	0	2	1	155	101	本発明
1-36	HS-79	化合物1	4	5	2	2	1	85	70	本発明
1-37	HS-51	化合物1	4	5	1	1	2	78	63	本発明
1-38	HS-53	化合物1	4	7	2	2	2	74	60	本発明
1-39	HS-53	化合物2	4	7	2	2	2	76	58	本発明
1-40	HS-53	化合物17	4	7	2	2	2	74	62	本発明
1-41	HS-53	化合物29	4	7	2	2	2	75	62	本発明
1-42	HS-53	化合物48	4	7	2	2	2	74	62	本発明
1-43	HS-53	化合物120	4	7	2	2	2	75	61	本発明
1-44	HS-53	化合物136	4	7	2	2	2	73	63	本発明
1-45	HS-53	化合物198	4	7	2	2	2	75	63	本発明
1-46	HS-53	化合物221	4	7	2	2	2	74	61	本発明
1-47	HS-53	化合物260	4	7	2	2	2	74	60	本発明
1-48	HS-53	化合物427	4	7	2	2	2	75	61	本発明
1-50	HS-50	化合物1	4	7	0	2	2	80	65	本発明
1-51	HS-52	化合物1	4	9	2	2	2	78	64	本発明
1-52	HS-69	化合物1	4	11	2	2	2	80	64	本発明

[0410] 表15に示した結果から明らかな通り、ドーパント濃度が3～5質量%の範囲内で、且つ一般式(A)で表されるホスト化合物を用いた有機EL素子は、それ以外の有機EL素子に比べ、駆動電圧、色度安定性に優れていることが明らかである。

実施例 4

[0411] 《有機EL素子2-6の作製》

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキsid）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

[0412] この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方モリブデン製抵抗加熱ボートにHT-30を200mg入れ、別のモリブデン抵抗加熱ボートにHT-2を200mg入れ、cHS-3を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートに化合物1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにcGD-1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにcRD-1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートに化合物ET-10を200mg入れ、真空蒸着装置に取り付けた。

[0413] 次いで真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、HT-30の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、透明支持基板に蒸着し10nmの正孔注入層を設けた。

[0414] 更にHT-2の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、前記正孔注入層上に蒸着し20nmの正孔輸送層を設けた。

[0415] 更にcHS-3と化合物1とcGD-1とcRD-1の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.1nm/秒、0.0042nm/秒、0.0007nm/秒、0.0002nm/秒で、前記正孔輸送層上に共蒸着し60nmの発光層を設けた。

[0416] 更に化合物ET-10の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、前記発光層上に蒸着し20nmの電子輸送層を設けた。

[0417] 引き続き、陰極バッファ層としてフッ化カリウム0.5nmを蒸着し、更にアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子2-6を作製した。

[0418] 《有機EL素子2-7～2-11の作製》

有機EL素子2-6の作製において、cHS-3、化合物1を表16に記載の化合物に変えた以外は同様にして有機EL素子2-7～2-11を作製した。

[0419] 《有機EL素子2-6～2-11の評価》

得られた有機EL素子を評価するに際しては、実施例3の有機EL素子1-33～1-52と同様に封止し、図5、図6に示すような照明装置を形成して、駆動電圧及び色度安定性について同様の評価を行った。なお、表16において、駆動電圧は有機EL素子2-7の結果を100として各々相対値で示し、色度安定性は有機EL素子2-7の結果を115として各々相対値で表した。

[0420] [表16]

No.	ホスト	ドーパント	ドーパント濃度(%)	駆動電圧	色度安定性	備考
2-6	cHS-3	化合物1	4	110	110	本発明
2-7	cHS-5	化合物1	4	100	115	本発明
2-8	HS-51	化合物1	4	68	62	本発明
2-9	HS-53	化合物1	4	68	60	本発明
2-10	HS-53	化合物32	4	68	62	本発明
2-11	HS-53	化合物120	4	68	62	本発明

[0421] 表16に示した結果から明らかな通り、一般式(A)で表されるホスト化合物を用いた有機EL素子は、それ以外の有機EL素子に比べ、駆動電圧・色度安定性に優れていることが明らかである。白色素子にした場合においても、実施例3同様に効果の得られることが分かる。

実施例 5

[0422] 《有機EL素子3-7の作製》

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキシド）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透

明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

[0423] この透明支持基板上に、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリスチレンスルホネート(PEDOT/PSS、Bayer社製、Baytron P AI 4083)を純水で70%に希釈した溶液を用いて3000rpm、30秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した後、200℃にて1時間乾燥し、膜厚20nmの第1正孔輸送層を設けた。

[0424] この基板を窒素雰囲気下に移し、前記第1正孔輸送層上に、47mgのHT-44と3mgのHT-45とを10mlのトルエンに溶解した溶液を用いて1500rpm、30秒の条件の条件下、スピコート法により薄膜を形成した。120℃、90秒間紫外光を照射し、光重合・架橋を行い、更に60℃で1時間真空乾燥し、膜厚約20nmの第2正孔輸送層を形成した。

[0425] この第2正孔輸送層上に、100mgのcHS-4と4mgの化合物1、0.5mgのcGD-2、0.2mgのcRD-2を10mlの酢酸ブチルに溶解した溶液を用いて600rpm、30秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した。更に60℃で1時間真空乾燥し、膜厚約70nmの発光層とした。

[0426] 次に、この発光層上に、50mgのET-42を10mlのヘキサフルオロイソプロパノール(HFIP)に溶解した溶液を用いて1500rpm、30秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した。更に60℃で1時間真空乾燥し、膜厚約20nmの電子輸送層とした。

[0427] 続いて、この基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、陰極バッファ層としてフッ化カリウム0.4nmを蒸着し、更にアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子3-7を作製した。

[0428] 《有機EL素子3-8～3-15の作製》

有機EL素子3-7の作製において、cHS-4と化合物1を表17に記載の化合物に変えた以外は同様にして有機EL素子3-8～3-15を作製

した。

[0429] 《有機EL素子3-7～3-15の評価》

得られた有機EL素子进行评估するに際しては、実施例3の有機EL素子1-33～1-52と同様に封止し、図5、図6に示すような照明装置を形成して、同様の評価を行った。なお、表17において、駆動電圧は有機EL素子3-7の結果を110として各々相対値で示し、色度安定性は有機EL素子3-7の結果を105として各々相対値で表した。

[0430] [表17]

No.	ホスト	ドーパント	ドーパント濃度(%)	駆動電圧	色度安定性	備考
3-7	cHS-4	化合物1	4	110	105	本発明
3-8	cHS-5	化合物1	4	105	110	本発明
3-9	HS-79	化合物1	4	73	64	本発明
3-10	HS-51	化合物1	4	70	59	本発明
3-11	HS-51	化合物29	4	68	60	本発明
3-12	HS-51	化合物427	4	67	62	本発明
3-14	HS-50	化合物1	4	73	62	本発明
3-15	HS-52	化合物1	4	70	61	本発明

[0431] 表17に示した結果から明らかな通り、一般式(A)で表されるホスト化合物を用いた有機EL素子は、それ以外の有機EL素子に比べ、駆動電圧・色度安定性に優れていることが明らかである。塗布素子にした場合においても、実施例3同様に効果の得られることが分かる。

実施例 6

[0432] 《有機EL素子4-7の作製》

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキシド）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

- [0433] この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方モリブデン製抵抗加熱ボートにHT-30を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにHT-2を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにcHS-4を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートに化合物1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにHS-64を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにcGD-1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにcRD-1を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにET-11を200mg入れ、真空蒸着装置に取り付けた。
- [0434] 次に真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、HT-30の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、透明支持基板に蒸着し10nmの正孔注入層を設けた。
- [0435] 更にHT-2の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、前記正孔注入層上に蒸着し20nmの正孔輸送層を設けた。
- [0436] 更にcHS-4と化合物1の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.1nm/秒、0.0042nm/秒で、前記第1発光層上に共蒸着し30nmの第2発光層を設けた。
- [0437] 更にHS-64とcGD-1とcRD-1の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.1nm/秒、0.012nm/秒、0.002nm/秒で、前記正孔輸送層上に共蒸着し30nmの第1発光層を設けた。
- [0438] 更に化合物ET-11の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で、前記第2発光層上に蒸着し25nmの電子輸送層を設けた。
- [0439] 引き続き、陰極バッファ層としてフッ化カリウム0.5nmを蒸着し、更にアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子4-7を作製した。
- [0440] 《有機EL素子4-8～4-14の作製》

有機ＥＬ素子４－７の作製において、第１発光層のｃＨＳ－４と化合物１を表１８に記載の化合物に変えた以外は同様にして有機ＥＬ素子４－８～４－１４を作製した。

[0441] 《有機ＥＬ素子４－７～４－１４の評価》

得られた有機ＥＬ素子进行评估するに際しては、実施例３の有機ＥＬ素子１－３３～１－５２と同様に封止し、図５、図６に示すような照明装置を形成して、色度安定性について同様の評価を行った。なお、表１８において、駆動電圧は有機ＥＬ素子４－７の結果を１０５として各々相対値で示し、色度安定性は有機ＥＬ素子４－７の結果を１０３として各々相対値で表した。

[0442] [表18]

No.	ホスト	ドーパント	ドーパント濃度 (%)	駆動電圧	色度安定性	備考
4-7	cHS-4	化合物 1	4	105	103	本発明
4-8	cHS-1	化合物 1	4	110	111	本発明
4-9	HS-51	化合物 1	4	72	60	本発明
4-10	HS-53	化合物 1	4	66	57	本発明
4-11	HS-53	化合物 2	4	70	59	本発明
4-12	HS-53	化合物 32	4	71	59	本発明
4-13	HS-53	化合物 29	4	69	58	本発明
4-14	HS-50	化合物 1	4	70	62	本発明

[0443] 表１８に示した結果から明らかな通り、一般式（Ａ）で表されるホスト化合物を用いた有機ＥＬ素子は、それ以外の有機ＥＬ素子に比べ、電圧、色度安定性に優れていることが明らかである。発光層を２層にした場合においても、実施例３と同様な効果の得られることが分かる。

産業上の利用可能性

[0444] 以上のように、本発明は、発光効率を向上し、発光寿命を長寿命化した有機エレクトロルミネッセンス素子、該素子を備えた照明装置及び表示装置を提供することに適している。

符号の説明

- [0445] 1 ディスプレイ
- 3 画素
 - 5 走査線
 - 6 データ線
 - 7 電源ライン
 - 10 有機EL素子
 - 11 スイッチングトランジスター
 - 12 駆動トランジスター
 - 13 コンデンサー
 - 107 透明電極付きガラス基板
 - 106 有機EL層
 - 105 陰極
 - 102 ガラスカバー
 - 108 窒素ガス
 - 109 捕水剤
- A 表示部
- B 制御部

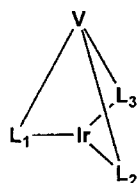
請求の範囲

[請求項1] 陽極と陰極との間に、少なくとも1つの発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、

下記一般式 (I) で表される6座配位型オルトメタルイリジウム錯体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]

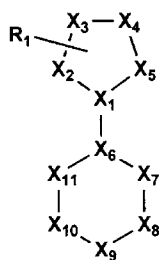
一般式(I)



[一般式 (I) 中、Vは三価の連結基を表し、 $L_1 \sim L_3$ と共有結合で連結している。 $L_1 \sim L_3$ は各々下記一般式 (II) で表される。但し、 $L_1 \sim L_3$ の全てが互いに異なる構造であるか又は $L_1 \sim L_3$ のうち何れか一つが異なる構造である。]

[化2]

一般式(II)



[一般式 (II) 中、 $X_1 \sim X_5$ は含窒素複素環を形成する元素群であり、炭素原子又は窒素原子から選ばれ、 X_4 と X_5 のうち少なくとも一つは窒素原子を表し、該窒素原子のうち何れか一つが前記一般式 (I) におけるIrと配位結合を形成する。 $X_6 \sim X_{11}$ は芳香族5員環又は芳香族6員環を形成する元素群であり、炭素原子又は窒素原子から選ばれ、 X_7 は前記一般式 (I) におけるIrと共有結合を形成する。但し、 $X_6 \sim X_{11}$ が芳香族5員環を形成する場合は X_{11} は単なる結

合手を表す。R₁は炭素数7以上の置換アリール基を表す。]

[請求項2] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち少なくとも1つにおいて、前記一般式 (II) におけるX₁～X₅が形成する含窒素複素環がイミダゾール環であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項3] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち少なくとも1つにおいて、前記一般式 (II) におけるX₁～X₅が形成する含窒素複素環がピラゾール環であることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項4] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち何れか2つにおいて、前記一般式 (II) におけるX₁～X₅が形成する含窒素複素環がイミダゾール環であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項5] 前記一般式 (II) におけるX₁～X₅が形成する含窒素複素環がイミダゾール環であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項6] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち最も小さい式量と最も大きい式量の差が77以上であることを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

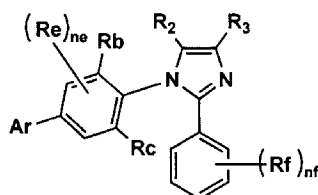
[請求項7] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち最も小さい式量は247以上であることを特徴とする請求項1～6の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項8] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち最も大きい式量は475以下であることを特徴とする請求項1～7の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] 前記一般式 (I) におけるL₁～L₃のうち少なくとも一つは下記一般式 (III) で表されることを特徴とする請求項1～8の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化3]

一般式(III)

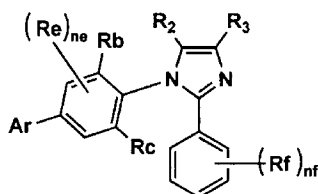


[一般式 (III) 中、R b、R c 及び R e は各々置換基を表す。n e は 0 ～ 2 の整数を表す。R₂ 及び R₃ は各々水素原子又は置換基を表す。A r はアリール基又はヘテロアリール基を表す。R f は置換基を表す。n f は 0 ～ 3 の整数を表す。]

[請求項10] 前記一般式 (I) における L₁ ～ L₃ の全てが下記一般式 (III) で表されることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化4]

一般式(III)



[一般式 (III) 中、R b、R c 及び R e は各々置換基を表す。n e は 0 ～ 2 の整数を表す。R₂ 及び R₃ は各々水素原子又は置換基を表す。A r はアリール基又はヘテロアリール基を表す。R f は置換基を表す。n f は 0 ～ 3 の整数を表す。]

[請求項11] 前記一般式 (I) で表される 6 座配位型オルトメタルイリジウム錯体は前記発光層に含有されることを特徴とする請求項 1 ～ 10 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項12] 前記発光層は更にホスト化合物を含有し、

前記 6 座配位型オルトメタルイリジウム錯体のイオン化ポテンシャル (I p - I r) と前記ホスト化合物のイオン化ポテンシャル (I p - H O S T) との差が下記式 (1) を満たすことを特徴とする請求項

1～11の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

式(1)

$$|(I_p - I_r) - (I_p - \text{HOST})| \leq 0.3 \text{ eV}$$

[請求項13]

前記発光層は更にホスト化合物を含有し、

前記6座配位型オルトメタルイリジウム錯体の電子親和力($E_a - I_r$)と前記ホスト化合物の電子親和力($E_a - \text{HOST}$)との差が下記式(2)を満たすことを特徴とする請求項1～12の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

式(2)

$$|(E_a - \text{HOST}) - (E_a - I_r)| < 0.3 \text{ eV}$$

[請求項14]

前記発光層は、ホスト化合物と青色リン光発光性ドーパントとしての前記一般式(I)で表される6座配位型オルトメタルイリジウム錯体とを含有し、

前記発光層全体に対する前記青色リン光発光性ドーパント含有量が3～5質量%の範囲内であり、且つ、前記ホスト化合物が下記一般式(A)で表される構造を有することを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

一般式(A) : $-(Ar)_n-$

[式中、 Ar は置換基を有しても、又は縮合しても良い芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、 n は5～12の範囲内の整数である。

]

[請求項15]

前記一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち少なくとも1つにおいて、前記一般式(II)における $X_1 \sim X_5$ が形成する含窒素複素環がイミダゾール環であることを特徴とする請求項14に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項16]

前記一般式(I)における $L_1 \sim L_3$ のうち少なくとも1つにおいて、前記一般式(II)における $X_1 \sim X_5$ が形成する含窒素複素環がピラゾール環であることを特徴とする請求項14又は15に記載の有機

エレクトロルミネッセンス素子。

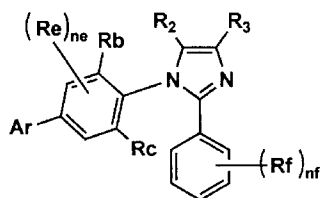
[請求項17] 前記一般式 (I) における $L_1 \sim L_3$ のうちいずれか2つにおいて、前記一般式 (II) における $X_1 \sim X_5$ が形成する含窒素複素環がイミダゾール環であることを特徴とする請求項14～16の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項18] 前記一般式 (II) における $X_1 \sim X_5$ が形成する含窒素複素環がイミダゾール環であることを特徴とする請求項14～17の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項19] 前記一般式 (I) における $L_1 \sim L_3$ のうち少なくとも一つは下記一般式 (III) で表されることを特徴とする請求項14～18の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化5]

一般式(III)

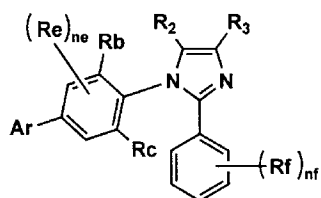


[一般式 (III) 中、Rb、Rc 及び Re は各々置換基を表す。ne は 0～2 の整数を表す。R₂ 及び R₃ は各々水素原子又は置換基を表す。Ar はアリール基又はヘテロアリール基を表す。Rf は置換基を表す。nf は 0～3 の整数を表す。]

[請求項20] 前記一般式 (I) における $L_1 \sim L_3$ の全てが下記一般式 (III) で表されることを特徴とする請求項14～19の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化6]

一般式(III)



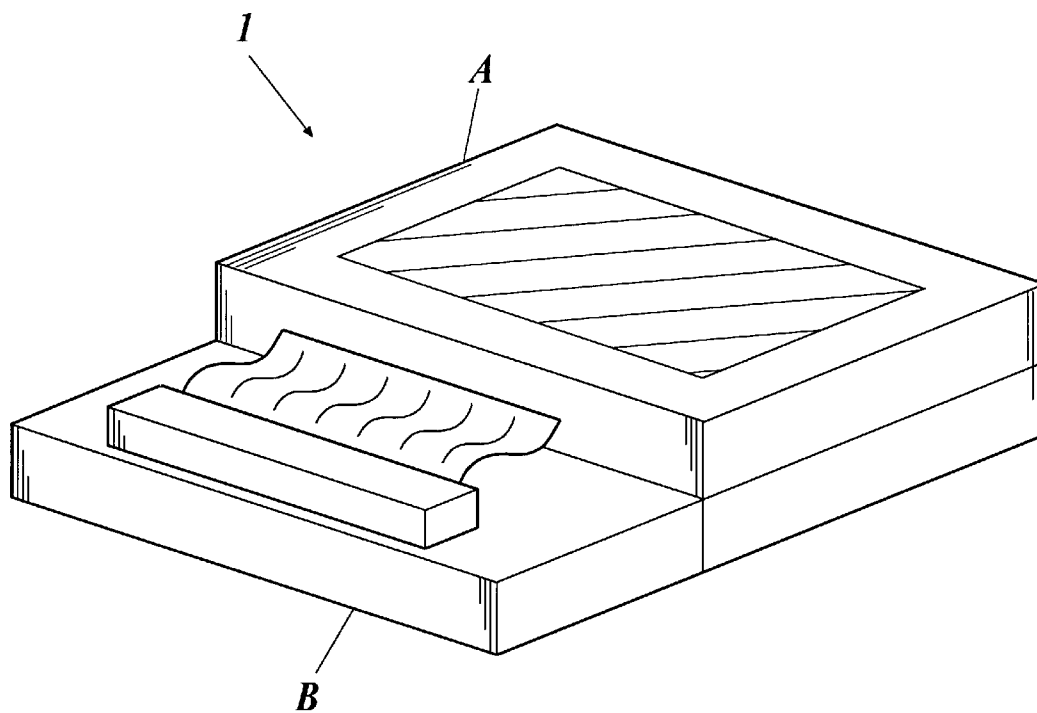
〔一般式 (III) 中、 R_b 、 R_c 及び R_e は各々置換基を表す。 n_e は 0 ～ 2 の整数を表す。 R_2 及び R_3 は各々水素原子又は置換基を表す。 A_r はアリール基又はヘテロアリール基を表す。 R_f は置換基を表す。 n_f は 0 ～ 3 の整数を表す。〕

[請求項21] 発光色が白色であることを特徴とする請求項 1 ～ 20 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

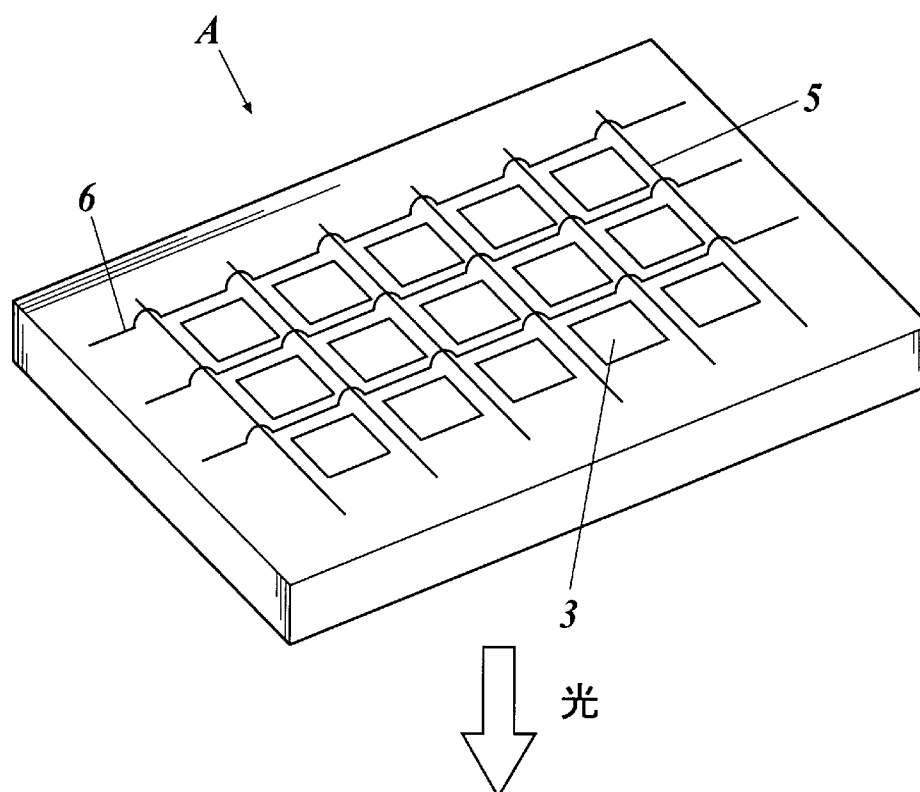
[請求項22] 請求項 1 ～ 20 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする表示装置。

[請求項23] 請求項 1 ～ 20 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。

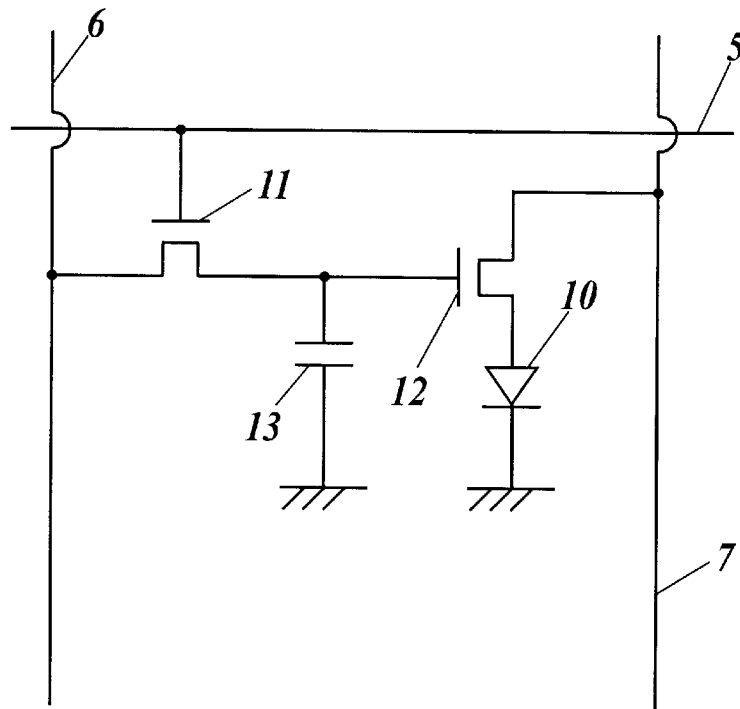
[図1]

FIG. 1

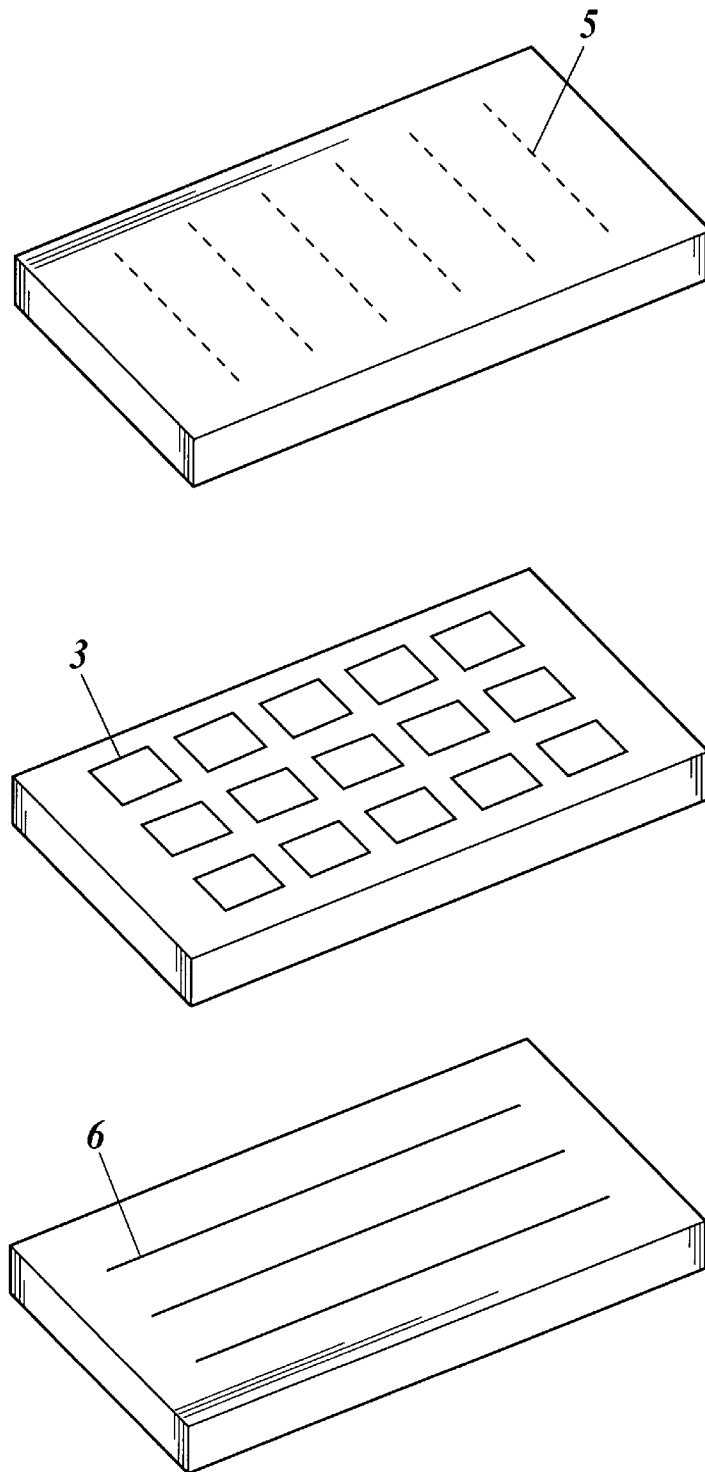
[図2]

FIG. 2

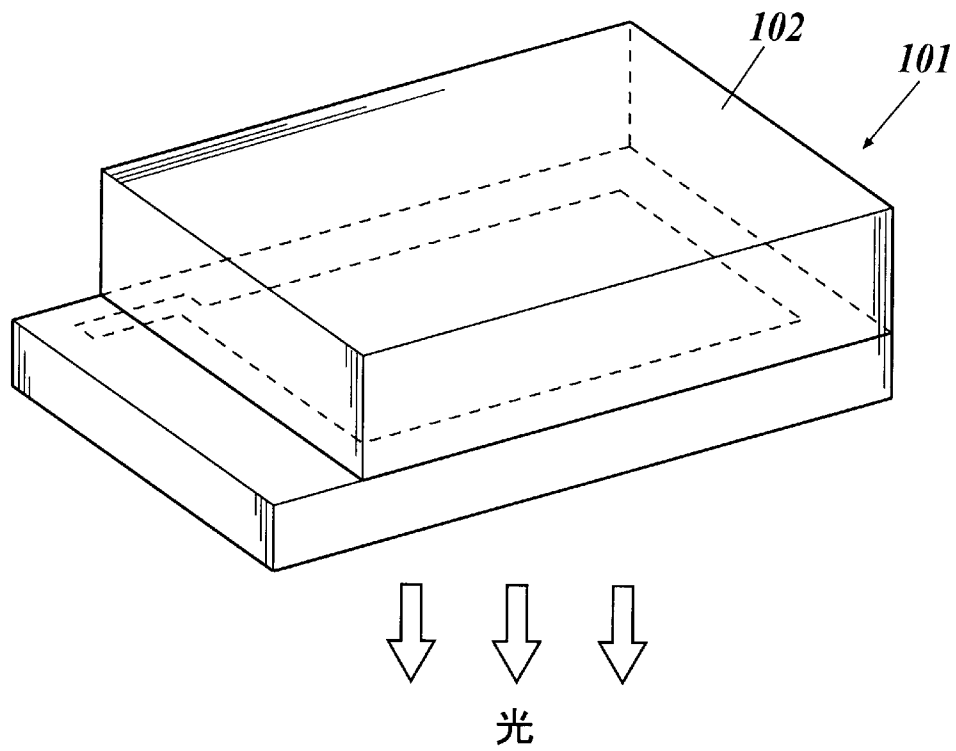
[図3]

FIG. 3

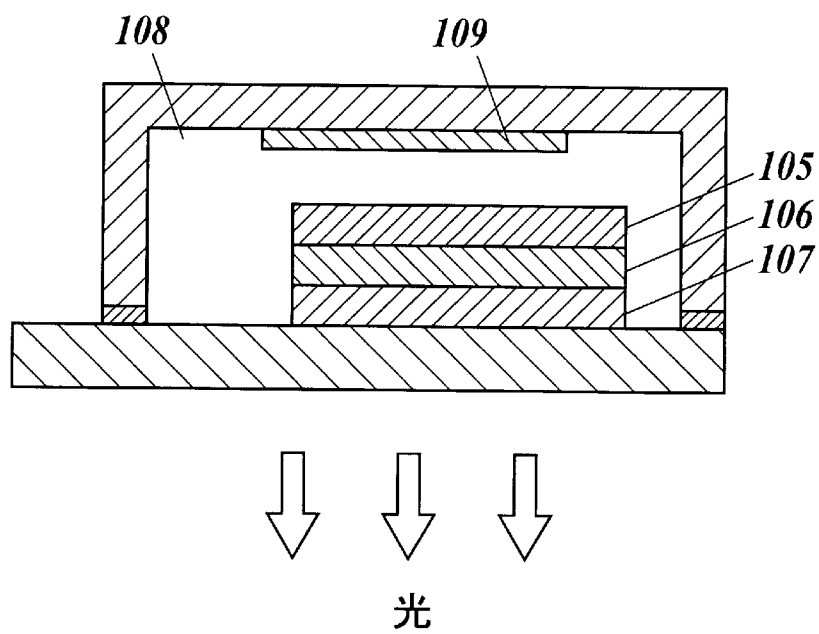
[図4]

FIG. 4

[図5]

FIG. 5

[図6]

FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/076878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet.

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)

H01L51/50, C07D233/56, C07D233/58, C07D233/61, C07D235/06, C07D401/04, C07D401/10, C07D403/10, C07D405/04, C07D409/10, C07D471/04, C07D471/14, C07F15/00, C09K11/06

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-068848 A (Fujifilm Corp.), 07 April 2011 (07.04.2011), paragraphs [0180], [0181] & JP 4564588 B & US 2011/0050092 A1	1-23
A	JP 2009-231515 A (Fujifilm Corp.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraph [0097] & US 2010/0108995 A1 & EP 2144974 A & WO 2008/123540 A2 & CN 101646746 A & KR 10-2010-0014605 A	1-23
A	WO 2008/090795 A1 (Konica Minolta Holdings, Inc.), 31 July 2008 (31.07.2008), chemical formulae 1-12, 1-20 & US 2009/0243479 A1	1-23

☒ 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
27 December, 2012 (27.12.12)

Date of mailing of the international search report
15 January, 2013 (15.01.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/076878

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/156879 A1 (Universal Display Corp.), 24 December 2008 (24.12.2008), table 1, Entry 23 & JP 2009-526071 A & US 2008/0297033 A1 & US 2007/0190359 A1 & US 2011/0073849 A1 & EP 1981898 A & EP 2243785 A1 & EP 2399922 A1 & WO 2007/095118 A2 & TW 200904820 A & KR 10-2008-0098489 A & CN 101415718 A & BRA PI0707552 & AT 553111 T	1-23
A	WO 2008/072596 A1 (Konica Minolta Holdings, Inc.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraphs [0069] to [0079] & US 2010/0084966 A1 & EP 2101365 A1 & EP 2437326 A2	14
P,X	JP 2012-195554 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraph [0084] (Family: none)	1-5, 7, 8, 11, 14-18, 21-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/076878

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

(International Patent Classification (IPC))

*H01L51/50(2006.01)i, C07D233/56(2006.01)i, C07D233/58(2006.01)i,
C07D233/61(2006.01)i, C07D235/06(2006.01)i, C07D401/04(2006.01)i,
C07D401/10(2006.01)i, C07D403/10(2006.01)i, C07D405/04(2006.01)i,
C07D409/10(2006.01)i, C07D471/04(2006.01)i, C07D471/14(2006.01)i,
C07F15/00(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i*

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

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. 特別ページ参照

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 (I P C))

Int.Cl. H01L51/50, C07D233/56, C07D233/58, C07D233/61, C07D235/06, C07D401/04, C07D401/10, C07D403/10, C07D405/04, C07D409/10, C07D471/04, C07D471/14, C07F15/00, C09K11/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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)

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
A	JP 2011-068848 A (富士フイルム株式会社) 2011. 04. 07, 【0180】, 【0181】 & JP 4564588 B & US 2011/0050092 A1	1-23
A	JP 2009-231515 A (富士フイルム株式会社) 2009. 10. 08, 【0097】 & US 2010/0108995 A1 & EP 2144974 A & WO 2008/123540 A2 & CN 101646746 A & KR 10-2010-0014605 A	1-23
A	WO 2008/090795 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2008. 07. 31, 化 1-12, 化 1-20 & US 2009/0243479 A1	1-23

☒ 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

2 7 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

西岡 貴央

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 0

4 4 0 7

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	WO 2008/156879 A1 (ユニバーサル ディスプレイ コーポレイション) 2008.12.24, Table1, Entry 23 & JP 2009-526071 A & US 2008/0297033 A1 & US 2007/0190359 A1 & US 2011/0073849 A1 & EP 1981898 A & EP 2243785 A1 & EP 2399922 A1 & WO 2007/095118 A2 & TW 200904820 A & KR 10-2008-0098489 A & CN 101415718 A & BRA PI0707552 & AT 553111 T	1-23
A	WO 2008/072596 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2008.06.19, 【0069】 - 【0079】 & US 2010/0084966 A1 & EP 2101365 A1 & EP 2437326 A2	14
P, X	JP 2012-195554 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2012.10.11, 【0084】 (ファミリーなし)	1-5, 7, 8, 11, 14-18, 21-23

発明の属する分野の分類

H01L51/50(2006.01)i, C07D233/56(2006.01)i, C07D233/58(2006.01)i,
C07D233/61(2006.01)i, C07D235/06(2006.01)i, C07D401/04(2006.01)i,
C07D401/10(2006.01)i, C07D403/10(2006.01)i, C07D405/04(2006.01)i,
C07D409/10(2006.01)i, C07D471/04(2006.01)i, C07D471/14(2006.01)i,
C07F15/00(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i