

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-126431

(P2005-126431A)

(43) 公開日 平成17年5月19日(2005.5.19)

(51) Int.Cl.⁷

C07C 15/38

C09K 11/06

H05B 33/14

F I

C07C 15/38

C09K 11/06 610

C09K 11/06 620

C09K 11/06 645

C09K 11/06 660

テーマコード (参考)

3K007

4H006

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-289684 (P2004-289684)

(22) 出願日 平成16年10月1日 (2004. 10. 1)

(31) 優先権主張番号 特願2003-345195 (P2003-345195)

(32) 優先日 平成15年10月3日 (2003. 10. 3)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 野村 亮二

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 高須 貴子

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 安部 寛子

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 徳田 篤史

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

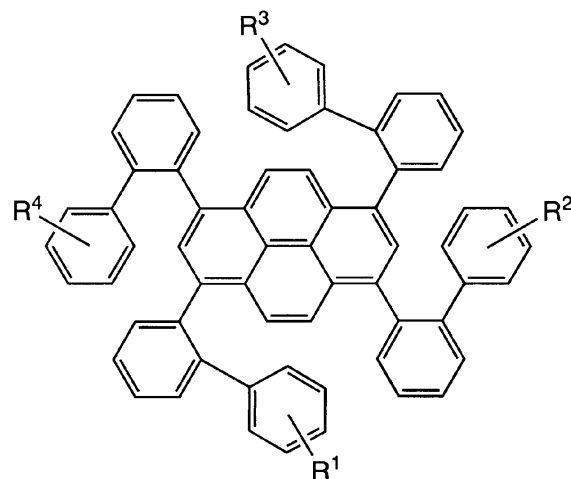
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ピレン誘導体、発光素子、および発光装置、並びに電気器具

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 膜質が安定なピレン誘導体、また、安定な発光が得られる発光素子、及び発光素子を用いた発光装置、電気器具の提供。

【解決手段】 下記式に示されるピレン誘導体化合物を合成する。



(1)

10

【選択図】 なし

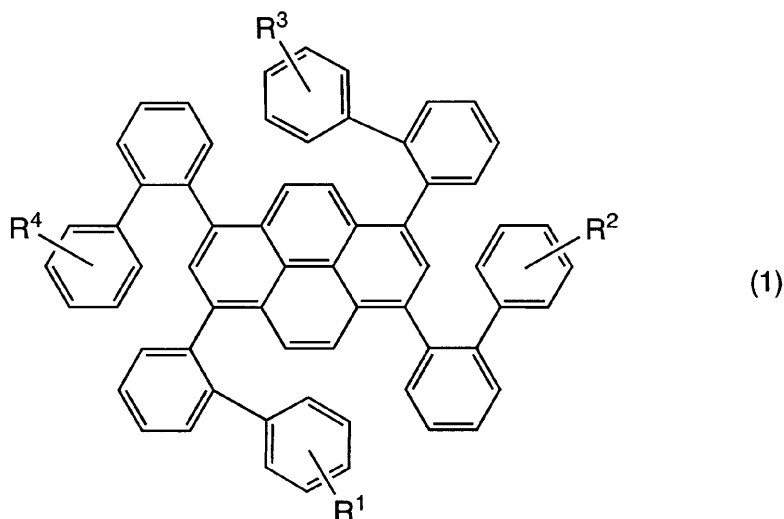
20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式(1)で表されるピレン誘導体。

【化 1】



10

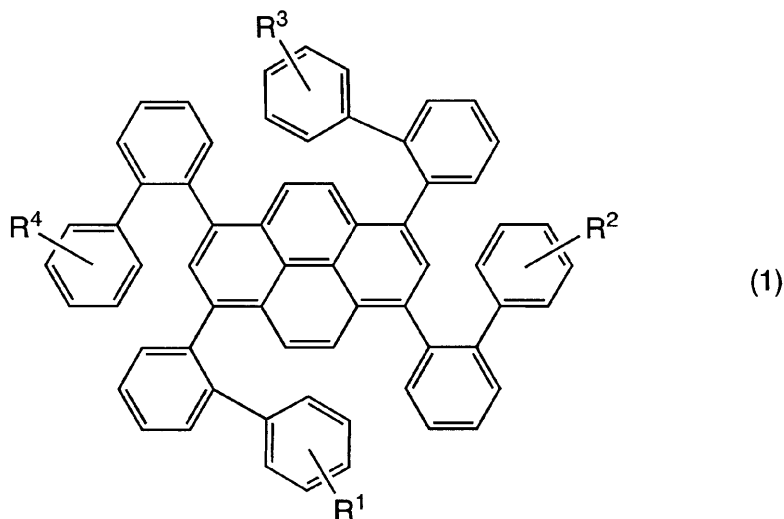
(式中、 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ同一でも異なってもよく、炭素数1～6のアルキル基、炭素数1～6のアルコキシ基、アリール基、ジアリールアミノ基、アルキル基あるいはアリール基を置換基として一つ以上有するシリル基、からなる群より選ばれるいずれかの置換基を表す。)

20

【請求項 2】

一对の電極間に、下記一般式(1)で表されるピレン誘導体を含むことを特徴とする発光素子。

【化 2】



30

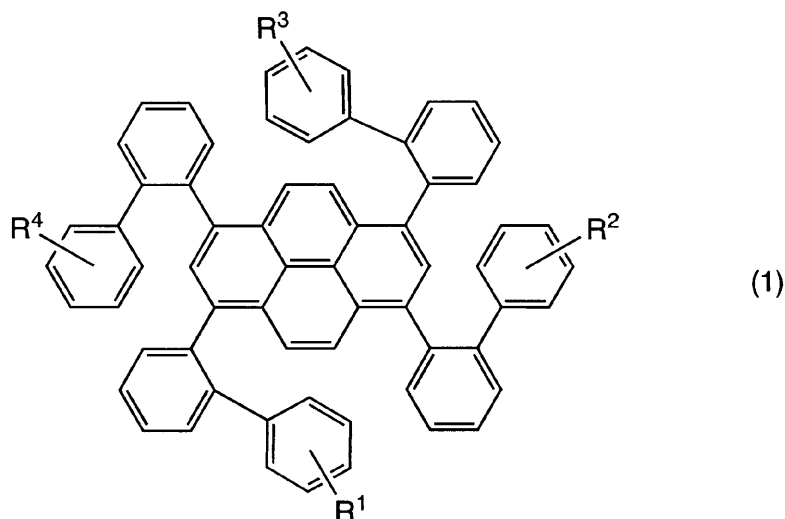
(式中、 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ同一でも異なってもよく、炭素数1～6のアルキル基、炭素数1～6のアルコキシ基、アリール基、ジアリールアミノ基、アルキル基あるいはアリール基を置換基として一つ以上有するシリル基、からなる群より選ばれるいずれかの置換基を表す。)

40

【請求項 3】

一对の電極間に、下記一般式(1)で表されるピレン誘導体を含む発光層を有することを特徴とする発光素子。

【化 3】



10

(式中、 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ同一でも異なってもよく、炭素数1～6のアルキル基、炭素数1～6のアルコキシ基、アリール基、ジアリールアミノ基、アルキル基あるいはアリール基を置換基として一つ以上有するシリル基、からなる群より選ばれるいずれかの置換基を表す。)

20

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の発光素子を用いたことを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の発光装置を有する電気器具であって、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置、パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末、記録媒体を備えた画像再生装置から選ばれた一つである電気器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、効率よく発光し、耐熱性に優れ、均質な膜を形成し、膜質が安定なピレン誘導体に関する。また、陽極と、陰極と、電界を加えることで発光が得られる有機化合物を含む層（以下、「発光物質を含む層」と記す）と、を有する発光素子、および発光装置、並びに電気器具に関する。

【背景技術】

【0002】

有機化合物は無機化合物に比べて、材料が多種多様であり、適した分子設計により様々な機能を有する材料を合成できる可能性がある。また、膜等の形成物が柔軟性に富み、さらには高分子化させることにより加工性にも優れるという特長もある。これらの利点から、近年、機能性有機材料を用いたフォトンクスやエレクトロニクスに注目が集まっている。

40

【0003】

例えば、有機半導体材料を機能性有機材料として用いたフォトエレクトロニクスデバイスの例として、太陽電池や発光素子（有機エレクトロルミネッセント素子ともいう）が挙げられる。これらは有機半導体材料の電気物性（キャリア輸送性）および光物性（光吸収あるいは発光）を活かしたデバイスであり、中でも特に、発光素子はめざましい発展を見せている。

【0004】

発光素子は、一对の電極（陽極と陰極）間に発光物質を含む層を挟んでなり、その発光

50

機構は、両電極間に電圧を印加した際に陽極から注入される正孔（ホール）と、陰極から注入される電子が、発光物質を含む層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光するといわれている。なお、励起状態には一重項励起と三重項励起が知られ、発光はどちらの励起状態を経ても可能であると考えられている。

【0005】

発光素子を用いてフルカラーディスプレイを作製するには、青、緑、赤の三原色の発光をする画素をパネル上に配列する必要がある。その方式としては、様々な手法が取られるが、どの手法においても青色発光は必須であり、輝度、効率、色純度が高い青色発光素子の提供が望まれている。

10

【0006】

ところで、これまで青色発光素子として、1、3、6、8-テトラフェニルピレン及びその誘導体を発光材料として用いた発光素子が知られている（例えば、特許文献1、及び非特許文献1参考）。しかしながら、該発光材料の薄膜は結晶化しやすいために、均質な膜質を保つことが困難であり、長時間にわたって安定な発光が得られ難いという問題があった。また、発光効率も不十分であった。

【特許文献1】特開2001-118682号公報

【0007】

【非特許文献1】ワタル ソトヤマ，外7名，2003 SID インターナショナル シンポジウム ダイジェスト オブ テクニカル ペーパーズ，Vol. 34，1294-1297（2003）

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで本発明では、均質な膜を形成し、また結晶化が起こりにくく、膜質が安定なピレン誘導体を提供することを課題とする。また、長時間にわたって安定な発光が得られる発光素子、および発光素子を用いた発光装置、電気器具の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

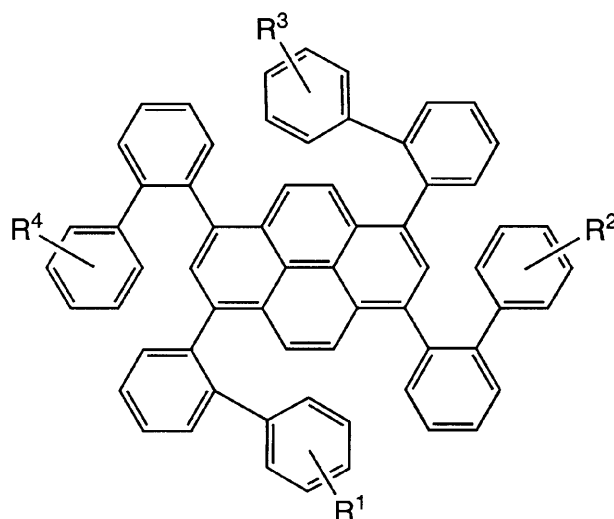
【0009】

本発明者は、鋭意検討を重ねた結果、下記一般式（1）に示すピレン誘導体が、効率よく発光し、なおかつ結晶化し難いことを見出した。したがって本発明では、下記一般式（1）で表されるピレン誘導体を特徴とする。

30

【0010】

【化1】



(1)

40

（式中、 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ同一でも異なってもよく、炭素数1～6のアルキル基、

50

炭素数 1～6 のアルコキシ基、アリール基、ジアリールアミノ基、アルキル基あるいはアリール基を置換基として一つ以上有するシリル基、からなる群より選ばれるいずれかの置換基を表す。)

【0011】

また、上述したピレン誘導体を用いることにより、高効率かつ長時間にわたって安定な発光が得られる発光素子を作製することが可能である。したがって本発明の発光素子は、上述したピレン誘導体を含むことを特徴とする。特に、本発明のピレン誘導体は高効率の発光を示すため、上述したピレン誘導体を発光層に含むことが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明のピレン誘導体は、均質な膜を形成し、結晶化が起こりにくく、膜質が安定である。そのため、本発明のピレン誘導体を発光素子に用いることにより、長時間にわたって、安定な発光を得ることができる。また、本発明の発光素子を用いることにより、長時間にわたって、安定な発光をする発光装置を得ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記述内容に限定して解釈されるものではない。

【0014】

(実施の形態 1)

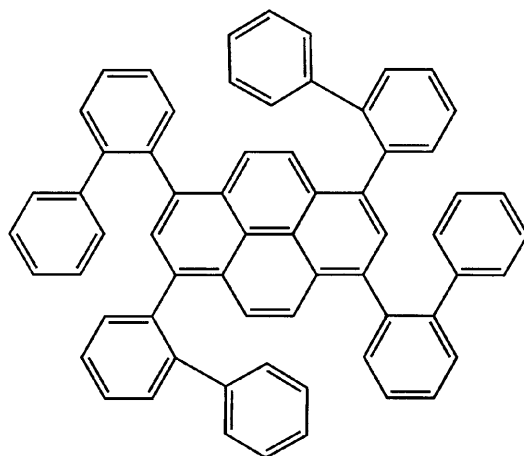
本発明におけるピレン誘導体は、上述した一般式 (1) で示される構造を有するものである。R¹～R⁴は、具体的には、メチル、エチル、イソプロピル、シクロヘキシル、などのアルキル基、メトキシ、イソプロポキシ、ヘキシルオキシなどのアルコキシ基、またはフェニル、ナフチル、アントリルなどのアリール基、あるいはジフェニルアミノ基やカルバゾリル基などのジアリールアミノ基、さらにはアルキル基あるいはアリール基を置換基として一つ以上有するシリル基などが挙げられる。

【0015】

また、一般式 (1) における R¹～R⁴ の構造を適宜変えることにより、例えば、下記構造式 (2) ～ (12) に示すピレン誘導体を形成することができる。ただし、本発明はこれらに限定されることはない。

【0016】

【化 2】



(2)

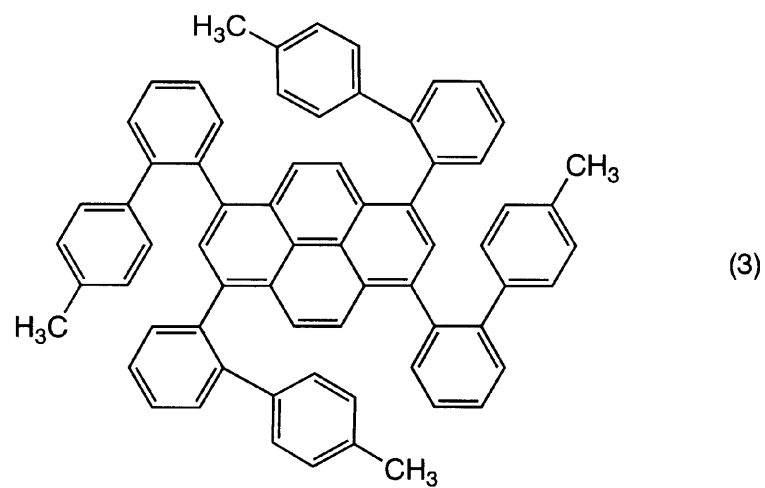
10

20

30

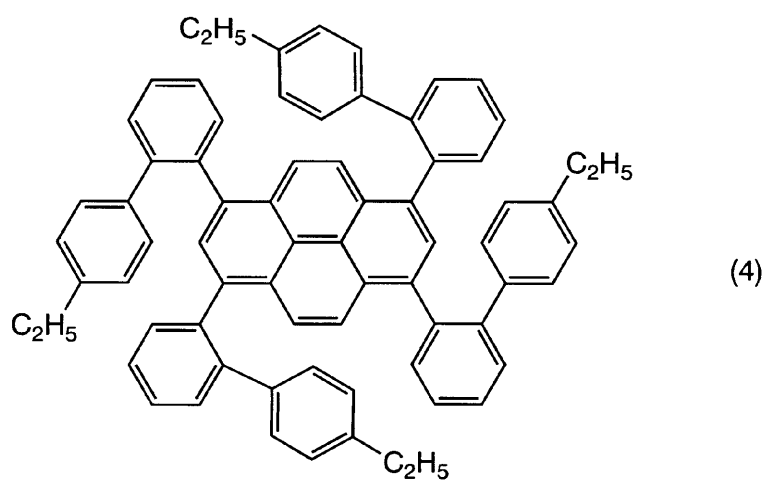
40

【化 3】



10

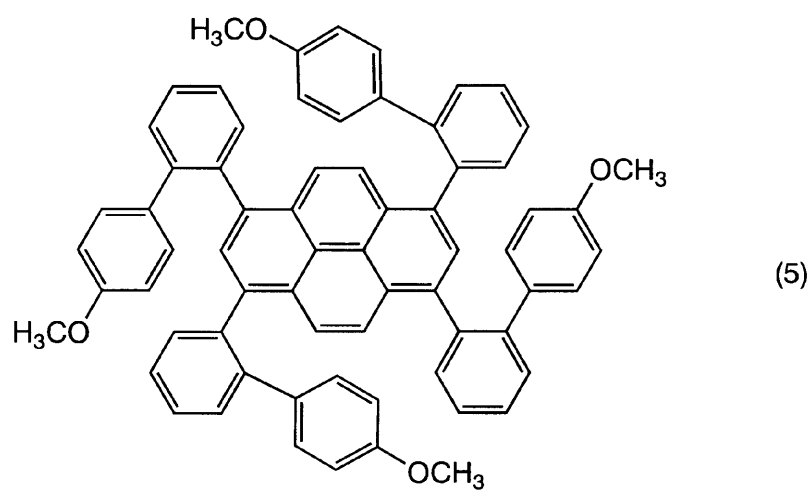
【化 4】



20

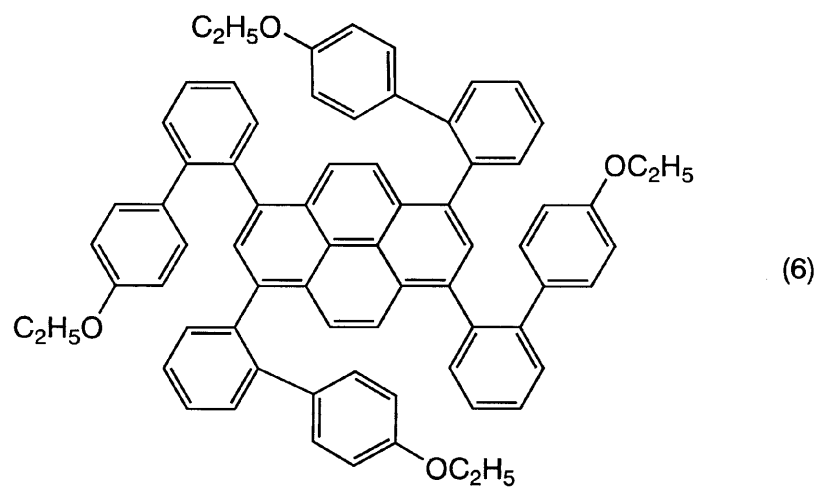
30

【化 5】



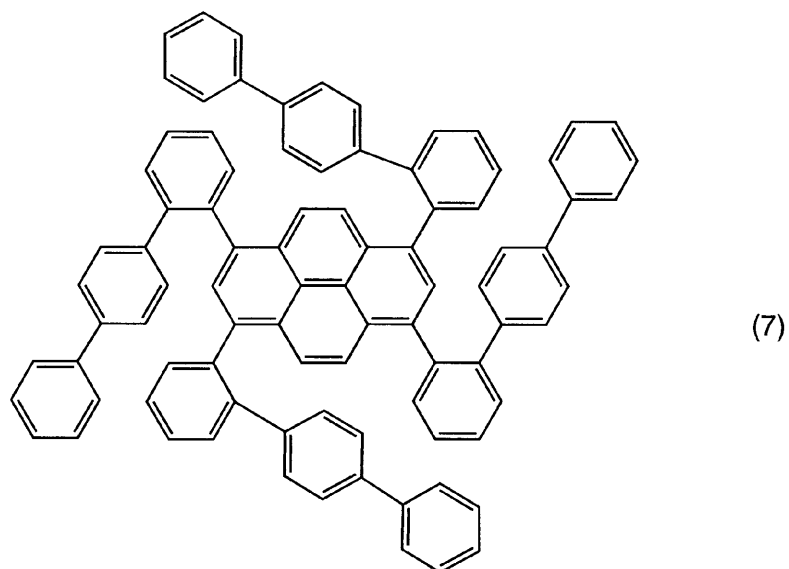
40

【化 6】



10

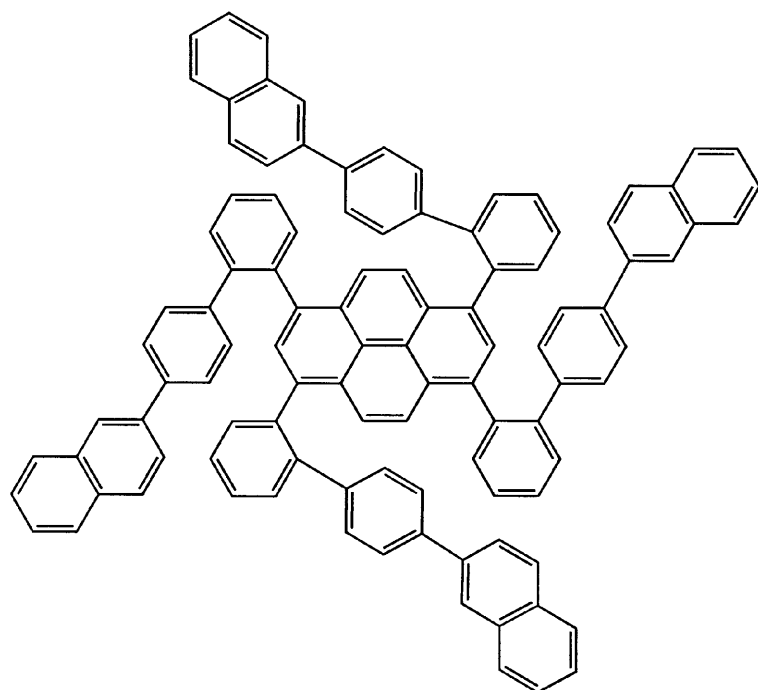
【化 7】



20

30

【化 8】

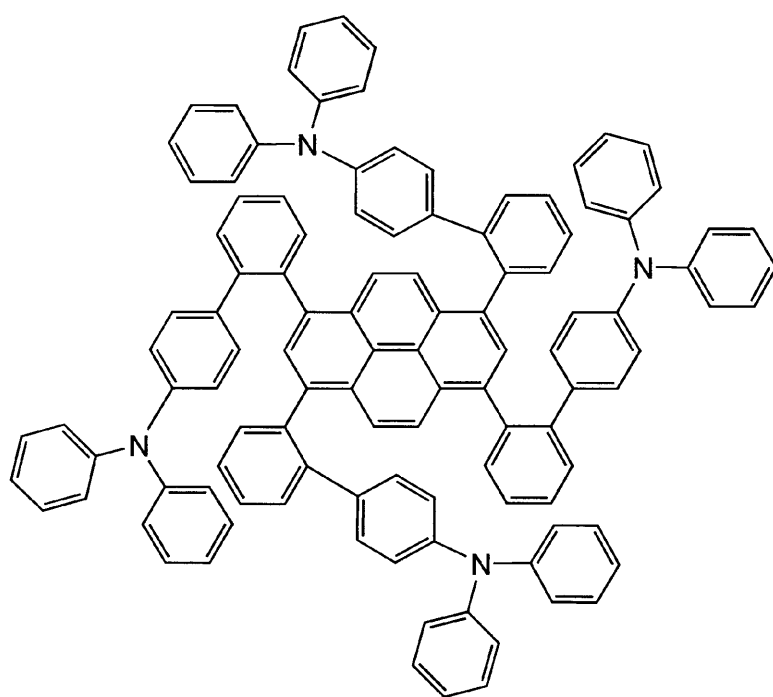


(8)

10

20

【化 9】

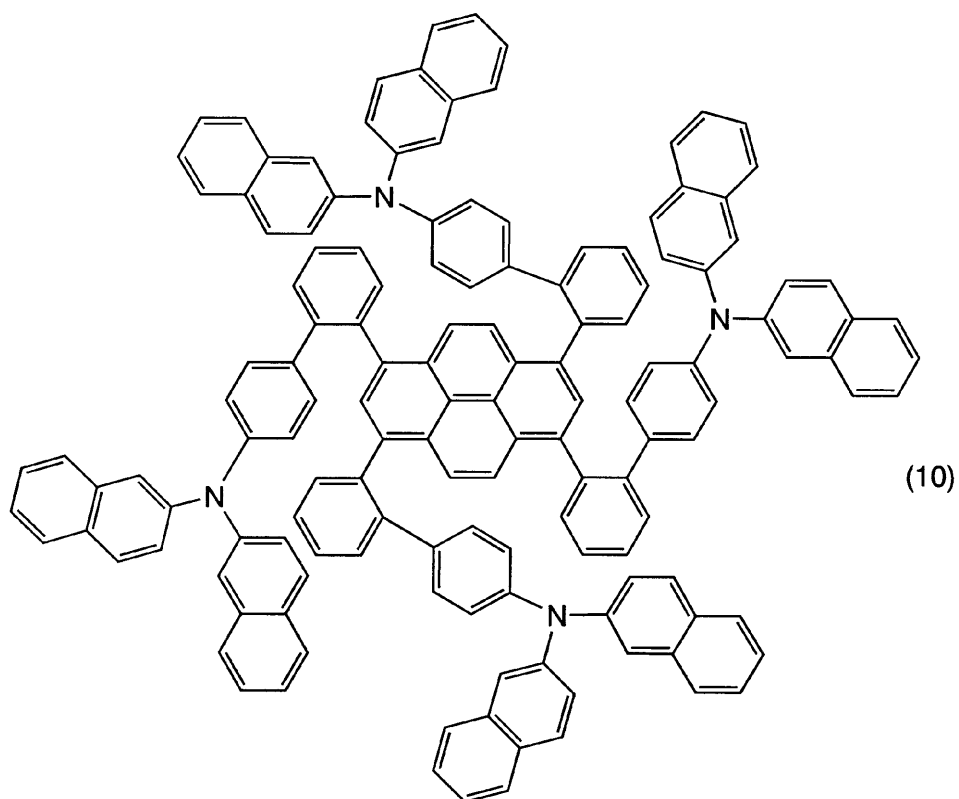


(9)

30

40

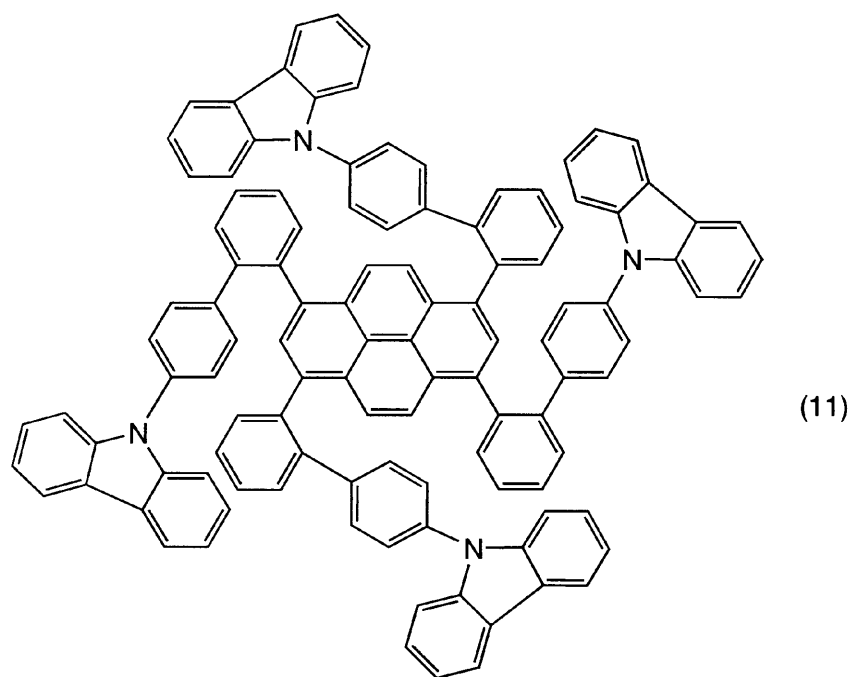
【化 1 0】



10

20

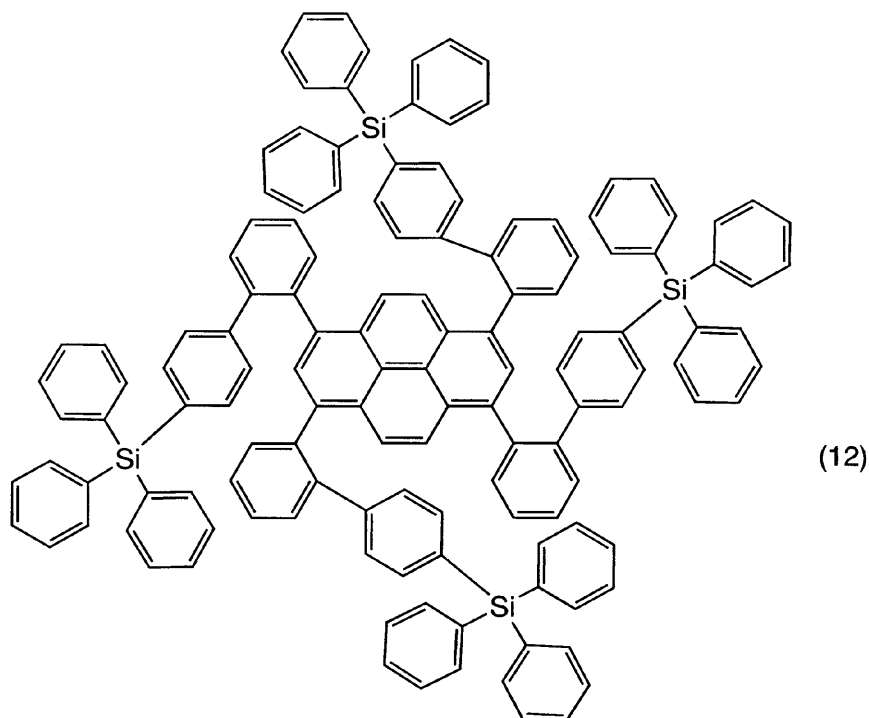
【化 1 1】



30

40

【化 1 2】



10

20

【0017】

なお、本発明のピレン誘導体は、ピレンの1, 3, 6, 8位に結合したフェニル基のオルト位にフェニル基が結合されることで、分子量が大きく、なおかつ立体的な構造を形成する。従って、優れた耐熱性を有するだけでなく、均質な膜を形成するという特徴や、結晶化し難い、つまり、膜質が安定であるという特徴を有している。

【0018】

また、本発明のピレン誘導体は効率よく発光するという特徴を有している。

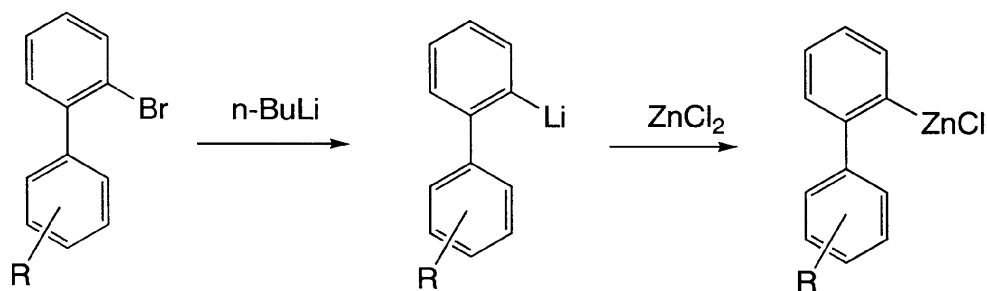
【0019】

本発明のピレン誘導体の合成法としては、種々の反応の適用が可能である。例えば、上記構造式(2)で表されるピレン誘導体の合成スキームとしては、下記に示す方法がある。ただし、本発明のピレン誘導体の合成法は、これに限定されることはない。

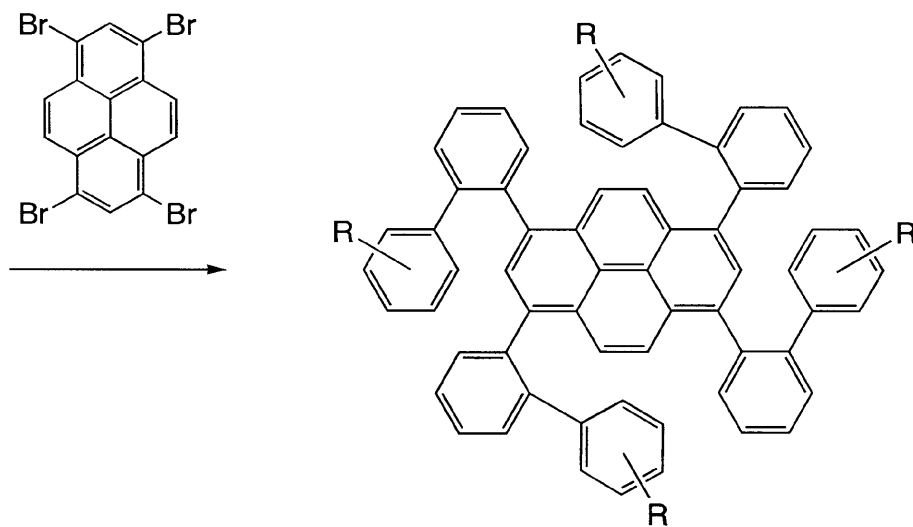
30

【0020】

【化 1 3】



10



20

【0021】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、実施の形態 1 に示したピレン誘導体を用いた発光素子について説明する。

30

【0022】

なお、本発明における発光素子の素子構造は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。基本的には、一対の電極（陽極及び陰極）間に発光物質を含む層を有する構成である。例えば（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層（ホールブロッキング層）、電子輸送層、電子注入層等を適宜組み合わせる）を挟持した構成であり、例えば、陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／陰極、陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極、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、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／電子注入層／陰極等の構成を有する発光素子が挙げられる。本発明の発光素子は、本発明のピレン誘導体を含んでいるが、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、電子輸送層、または電子注入層のいずれに本発明のピレン誘導体を含んでいてもよい。なお、陽極、および陰極のどちらから積層してもよい。

40

【0023】

また、本発明の発光素子は基板に支持されていることが好ましい。基板について特に制限はなく、従来の発光素子に用いられているもの、例えば、ガラス、石英、透明プラスチックなどからなるものを用いることができる。

【0024】

また、本発明の発光素子の陽極材料としては、仕事関数の大きい（仕事関数 4.0 eV 以上）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好まし

50

い。なお、陽極材料の具体例としては、インジウム錫酸化物（以下、ITOと示す）、2～20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウムその他、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、または金属材料の窒化物（TiN）等を用いることができる。

【0025】

一方、陰極材料としては、仕事関数が小さい（仕事関数3.8eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。なお、陰極材料の具体例としては、アルカリ金属（例えばLi、Na、K、Csなど）、アルカリ土類金属（例えばMg、Caなど）、金、銀、鉛、アルミニウム、アルミニウム－リチウム合金又はそれらの混合金属、マグネシウム－銀合金又はそれらの混合金属等を用いることができる。また、陰極と有機層間に電子注入層として、金属酸化物、または金属ハロゲン化物を用いてもよい。なお、電子注入層の具体例としては、金属酸化物として、酸化リチウム（ Li_2O ）、酸化マグネシウム（ MgO ）、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）、金属ハロゲン化物として、フッ化リチウム（ LiF ）、フッ化マグネシウム（ MgF_2 ）、フッ化ストロンチウム（ SrF_2 ）等を用いることができる。

10

【0026】

なお、上述した陽極材料及び陰極材料は、蒸着法、スパッタリング法等により薄膜を形成することにより、それぞれ陽極及び陰極を形成する。膜厚は、10～500nmとするのが好ましい。

20

【0027】

また、本発明の発光素子において、発光物質を含む層におけるキャリアの再結合により生じる光は、陽極または陰極の一方、または両方から外部に出射される構成となる。すなわち、陽極から光を出射させる場合には、陽極を透光性の材料で形成し、陰極側から光を出射させる場合には、陰極を透光性の材料で形成する。

【0028】

また、発光物質を含む層には公知の材料を用いることができ、低分子系材料および高分子系材料のいずれを用いることもできる。また、発光物質を含む層は、本発明のピレン誘導体を含んでいる。なお、発光物質を含む層を形成する材料には、有機化合物材料のみから成るものだけでなく、無機化合物を一部に含む構成も含めるものとする。

30

【0029】

また、発光物質を含む層は、正孔注入性材料からなる正孔注入層、正孔輸送性材料からなる正孔輸送層、発光性材料からなる発光層、ホールブロッキング性材料からなる正孔阻止層（ホールブロッキング層）、電子輸送性材料からなる電子輸送層、電子注入性材料からなる電子注入層などを適宜組み合わせる構成されるが、単層で構成してもよいし、複数の層を積層させた構成としてもよい。

【0030】

本発明において、ピレン誘導体を発光層に用いる場合には、発光層以外の層を適宜組み合わせる構成して発光物質を含む層を形成することができる。つまり、発光物質を含む層は、発光層の他に正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子輸送層、または、電子注入層等を必要に応じて組み合わせる構成とすることができる。この場合に用いる具体的な材料を以下に示す。

40

【0031】

正孔注入性材料としては、有機化合物であればポルフィリン系の化合物が有効であり、フタロシアニン（以下、 $\text{H}_2\text{-Pc}$ と示す）、銅フタロシアニン（以下、 Cu-Pc と示す）等を用いることができる。また、導電性高分子化合物に化学ドーピングを施した材料もあり、ポリスチレンスルホン酸（以下、PSSと示す）をドーピングしたポリエチレンジオキシチオフェン（以下、PEDOTと示す）などを用いることもできる。

【0032】

また、正孔輸送性材料としては、芳香族アミン系（すなわち、ベンゼン環－窒素の結合

50

を有するもの)の化合物が好適である。広く用いられている材料として、例えば、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-N, N'-ジフェニル-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(以下、TPDと示す)の他、その誘導体である4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル(以下、 α -NPDと示す)や、4, 4', 4''-トリス(N-カルbazolリル)-トリフェニルアミン(以下、TC-TAと示す)、4, 4', 4''-トリス(N, N'-ジフェニル-アミノ)-トリフェニルアミン(以下、TDATAと示す)、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(以下、MTDATAと示す)などのスターバースト型芳香族アミン化合物が挙げられる。

【0033】

電子輸送性材料としては、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(以下、Alq₃と示す)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(以下、Almq₃と示す)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ベリリウム(以下、BeBq₂と示す)などのキノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体や、混合配位子錯体であるビス(2-メチル-8-キノリノラト)-(4-ヒドロキシ-ビフェニル)-アルミニウム(以下、BALqと示す)などが好適である。また、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-ベンゾオキサゾラト]亜鉛(以下、Zn(BOX)₂と示す)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-ベンゾチアゾラト]亜鉛(以下、Zn(BTZ)₂と示す)、トリス-(2-(2'-ヒドロキシフェニル)-1-フェニル-1H-ベンズイミダゾレート)アルミニウム(以下、Al(PBI)₃と示す)などのオキサゾール系、チアゾール系、ベンズイミダゾール配位子を有する金属錯体もある。

【0034】

さらに、金属錯体以外にも、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール(以下、PBDと示す)、1, 3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(以下、OXD-7と示す)などのオキサジアゾール誘導体、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール(以下、TAZと示す)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール(以下、p-EtTAZと示す)などのトリアゾール誘導体、バソフェナントロリン(以下、BPhenと示す)、バソキュプロイン(以下、BCPと示す)などのフェナントロリン誘導体、2, 2', 2''-(1, 3, 5-ベンゼントリイル)-トリス(1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール(以下、TPBIと示す)、1, 3, 5-トリス(4, 4', 4''-(1-フェニル-1H-ベンズイミダゾリル)-ベンゾリル)-ベンゼン(以下、TPBIBBと示す)、N-フェニル-2, 4, 5, 7-テトラキス(1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール(以下、PBICと示す)等のベンズイミダゾール誘導体を用いることができる。

【0035】

また、ホールブロッキング性材料としては、上で述べたBALq、OXD-7、TAZ、p-EtTAZ、BPhen、BCP等を用いることができる。

【0036】

なお、本発明のピレン誘導体は発光層のホスト材料、またはゲスト材料として用いることができる。

【0037】

ピレン誘導体を発光層のホスト材料とした場合のゲスト材料としては、キナクリドン、ジエチルキナクリドン(DEQ)、ルブレン、ペリレン、DPT、Co-6、PMDFB、BTX、ABTX、DCM、DCJTの他、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(以下、Ir(ppy)₃と示す)、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-ポルフィリン-白金(以下、PtOEPと示す)等の三重項発光材料(燐光材料)を用いることができる。

10

20

30

40

50

【0038】

また、ピレン誘導体を発光層のゲスト材料とした場合のホスト材料としては、TPD、 α -NPD、4,4'-ビス（カルバゾリル）-ビフェニル（以下、CBPと示す）、CTA、PBD、OXD-7、BCP等を用いることができる。

【0039】

以上のように、効率良く発光し、耐熱性に優れ、均質な膜を形成し、結晶化が起こりにくく膜質が安定であるという材料特性を有する本発明のピレン誘導体を用いて発光素子を形成することにより、高効率かつ長時間にわたって安定な発光が得られる発光素子を作製することができる。

【0040】

（実施の形態3）

本実施の形態においては、本発明の発光装置について説明する。

【0041】

本実施の形態では、実施の形態2で示した本発明のピレン誘導体を用いた発光素子をガラス、石英、透明プラスチックなどからなる基板に作製する。一基板上にこのような発光素子を複数作製することで、パッシブ型の発光装置を作製することができる。

【0042】

また、ガラス、石英、透明プラスチックなどからなる基板以外に、例えば図5に示すように、薄膜トランジスタ（TFT）アレイと接する発光素子を作製してもよい。これにより、TFTによって発光素子の駆動を制御するアクティブマトリクス型の発光装置を作製できる。図5において、基板10上にTFT11およびTFT12が形成されており、発光素子13が接続されている。具体的には、TFT11から配線17を介して第1の電極14に電流を流すことにより、第1の電極14と第2の電極16との間に電界が加えられ発光物質を含む層15が発光する。なお、図5ではスタガ型のTFTのゲイトを示したが、TFTの構造は、特に限定されない。例えば、スタガ型でもよいし、逆スタガ型でもよい。またTFTを構成している半導体層の結晶性についても特に限定されず、結晶質のものでもよいし非晶質のものでもよい。

【実施例1】

【0043】

本実施例1では、上記構造式（2）で示した本発明のピレン誘導体の合成例を具体的に例示する。

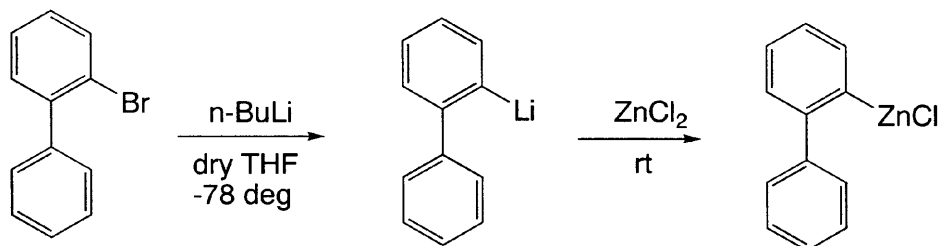
【0044】

10

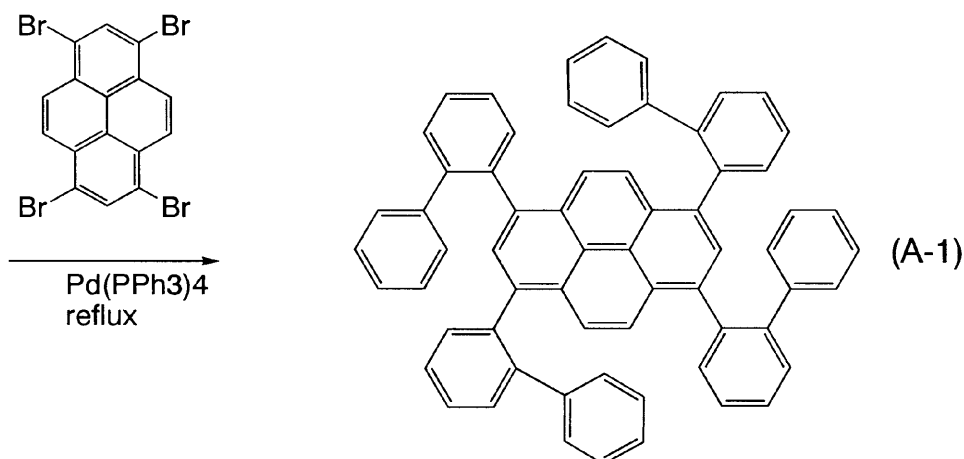
20

30

【化 1 4】



10



20

【0045】

まず、上記反応スキーム（A-1）に従って、窒素雰囲気下、蒸留した2-ブロモビフェニル10.4g（44.8mmol）を乾燥テトラヒドロフラン（以下、THFと示す）溶液に加え、さらに1.56Nのn-ブチルリチウムのヘキサン溶液（31ml、48mmol）を-78℃で滴下した。滴下終了後-78℃にて1時間攪拌した。攪拌終了後、上記懸濁液を乾燥した塩化亜鉛に窒素雰囲気下に加え、室温にて1時間攪拌する。攪拌終了後、1,3,6,8-テトラブロモピレンを4.64g（9.0mmol）加え、さらにテトラキストリフェニルホスフィンパラジウムを517mg（0.45mmol）加える。その後、24時間還流する。還流終了後、反応溶液を濃縮し、析出する固体を3%塩酸、水、エタノールで洗浄し、さらにヘキサンで洗浄する。最後に少量のTHFで洗浄し、うぐいす色の粉末である1,3,6,8-テトラ-2-（フェニル）フェニルピレン（上記構造式（2）；以下、TBiPyと記す）が得られた。このときの収率は48%であった。

30

【0046】

なお、得られたTBiPyの熱分解温度は、TG-DTA測定から414℃であることがわかった。また、DSC測定の結果を図2に示す。図2から、ガラス転移点 T_g は148℃、結晶化温度 T_c は260℃、融点 T_m は304℃であることがわかる。以上のように、本発明のピレン誘導体は、ガラス転移点、融点、分解温度が高く、耐熱性に優れていることがわかった。また、図2において、結晶化温度を示すピークが不明瞭であり、結晶化しにくい材料であることも示唆される。実際に、真空蒸着法を用いて成膜したところ、均質な膜の形成が可能であった。

40

【0047】

なお、TBiPyの薄膜について蛍光スペクトルの測定を行ったところ、励起波長（355nm）に対して、457nmに最大ピークを有する蛍光スペクトルが得られた（図3）。

また、TBiPyの薄膜について紫外・可視領域吸収スペクトルの測定を行ったところ、389nmに最大吸収波長が得られた（図4）。

50

【0048】

さらに、光電子分光装置AC-2（理研計器社製）を用いて測定したHOMO準位の値は、 -5.77 eV であった。また、吸収スペクトル（図4）の吸収端をエネルギーギャップとして、その値をHOMO準位の値に加算することにより見積もったLUMO準位の値は、 -2.79 eV であった。

【実施例2】

【0049】

本実施例では、本発明のピレン誘導体を、発光物質を含む層の一部に用いて発光素子を作製する場合であって、具体的には、本発明のピレン誘導体を発光層として用いる場合の素子構造について図1を用いて説明する。

10

【0050】

まず、基板100上に発光素子の第1の電極101が形成される。なお、本実施例では、第1の電極101は陽極として機能する。材料として透明導電膜であるITOを用い、スパッタリング法により110nmの膜厚で形成する。

【0051】

次に、第1の電極（陽極）101上に発光物質を含む層102が形成される。なお、本実施例における発光物質を含む層102は、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、正孔阻止層（ホールプロッキング層）114、電子輸送層115、電子注入層116からなる積層構造を有している。

【0052】

20

第1の電極101が形成された基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに第1の電極101が形成された面を下方にして固定し、真空蒸着装置の内部に備えられた蒸発源に銅フタロシアニン（以下、Cu-Pcと示す）を入れ、抵抗加熱法を用いた蒸着法により20nmの膜厚で正孔注入層111を形成する。なお、正孔注入層111を形成する材料としては、公知の正孔注入性材料を用いることができる。

【0053】

次に正孔輸送性に優れた材料により正孔輸送層112を形成する。正孔輸送層112を形成する材料としては、公知の正孔輸送性材料を用いることができるが、本実施例では、 α -NPDを用いて、40nmの膜厚で形成する。

【0054】

30

次に発光層113を形成する。なお、発光層113において正孔と電子が再結合し、発光を生じる。本実施例では、発光層113を形成する材料に本発明のピレン誘導体として、TBiPyを用い、30nmの膜厚で蒸着法により形成する。

【0055】

次に、正孔阻止層114を形成する。正孔阻止層114を形成する材料としては、公知の電子輸送性材料を用いることができるが、本実施例では、BALqを用い、10nmの膜厚で蒸着法により形成する。

【0056】

次に、電子輸送層115を形成する。電子輸送層115を形成する材料としては、公知の電子輸送性材料を用いることができるが、本実施例では、Alq₃を用い、20nmの膜厚で蒸着法により形成する。

40

【0057】

次に、電子注入層116を形成する。電子注入層116を形成する材料としては、公知の電子注入性材料を用いることが出来るが、本実施例では、弗化カルシウム（以下、CaF₂と示す）を用い、2nmの膜厚で蒸着法により形成する。

【0058】

このようにして、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、正孔阻止層114、電子輸送層115、および電子注入層116を積層して形成される発光物質を含む層102を形成した後、陰極として機能する第2の電極103をスパッタリング法または蒸着法により形成する。なお、本実施例では、発光物質を含む層102上にアルミニウム

50

(150 nm) を蒸着法により形成することにより第2の電極103を得る。

【0059】

以上により、本発明のピレン誘導体を用いた発光素子が形成される。

【0060】

また、形成された発光素子に電圧を印加すると、該発光素子においては、電圧5 V以上で青色発光が観測され、印加電圧10 Vにおいて発光輝度 2098 cd/m^2 の青色発光（発光のCIE色座標： $x = 0.169$ 、 $y = 0.162$ ）が観測された。その時の発光効率は 1.03 cd/A であった。

【実施例3】

【0061】

本実施例では、発光層のゲスト材料として本発明のピレン誘導体を用いる場合について、図6を用いて説明する。本実施例では、第1の電極、第2の電極、正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層の構成については、実施例1と同様であるので説明は省略する。

【0062】

図6に示すように、第1の電極201上に形成される発光物質を含む層202のうち、正孔輸送層212と接して形成される発光層213は、ホスト材料と本発明のピレン誘導体であるゲスト材料を用いることにより形成する。

【0063】

具体的には、ホスト材料としてCBPを、ゲスト材料としてTBiPyを用い、30 nmの膜厚で共蒸着法により形成する。ゲスト材料の割合は5 wt %とした。

【0064】

このようにして、正孔注入層211、正孔輸送層212、発光層213、正孔阻止層214、電子輸送層215、および電子注入層216を積層して形成される発光物質を含む層202上に第2の電極203を形成することにより、基板200上に、本発明のピレン誘導体を用いた発光素子が形成される。

【0065】

形成された発光素子に電圧を印加すると、該発光素子においては、電圧7 V以上で青色発光が観測され、印加電圧10 Vにおいて発光輝度 74 cd/m^2 の青色発光（発光のCIE色座標： $x = 0.170$ 、 $y = 0.159$ ）が観測された。この時の発光効率は 1.43 cd/A であった。

【0066】

本発明のピレン誘導体は効率の良い発光性を有することから、本実施例に示すように発光物質を含む層の発光層におけるゲスト材料として用いることができる。また、本発明のピレン誘導体は、優れた耐熱性を有し、かつ成膜した際に結晶化しにくいことから、発光素子の長寿命化を図ることができる。

【0067】

（比較例1）

本比較例では、発光層のゲスト材料として1、3、6、8-テトラ（4-ビフェニル）ピレン（以下、t(bp)pyと示す）を用いる場合であって、他の構成は実施例3と同様とした素子について図7を用いて説明する。

【0068】

図7に示すように、第1の電極301上に形成される発光物質を含む層302のうち、正孔輸送層312と接して形成される発光層313は、ホスト材料と本比較例のt(bp)pyであるゲスト材料を用いることにより形成する。

【0069】

具体的には、ホスト材料としてCBPを、ゲスト材料としてt(bp)pyを用い、30 nmの膜厚で共蒸着法により形成する。ゲスト材料の割合は、実施例3と同様に5 wt %とした。

【0070】

10

20

30

40

50

このようにして、正孔注入層 3 1 1、正孔輸送層 3 1 2、発光層 3 1 3、正孔阻止層 3 1 4、電子輸送層 3 1 5、および電子注入層 3 1 6 を積層して形成される発光物質を含む層 3 0 2 上に第 2 の電極 3 0 3 を形成することにより、基板 3 0 0 上に、t (b p) p y を用いた発光素子が形成される。

【0071】

形成された発光素子に電圧を印加すると、該発光素子においては、電圧 6 V 以上で青色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 296 cd/m^2 の青色発光（発光の CIE 色座標：x = 0.154、y = 0.140）が観測された。この時の発光効率は 1.03 cd/A であり、同様の素子構成である実施例 3 に比べてやや劣っていた。さらにこの発光素子は、実施例 2～3 の場合に比べて膜質が劣化していた。

10

【実施例 4】

【0072】

本実施例では、画素部に本発明の発光素子を有する発光装置について図 8 を用いて説明する。なお、図 8 (A) は、発光装置を示す上面図、図 8 (B) は図 8 (A) を A-A' で切断した断面図である。点線で示された 6 0 1 は駆動回路部（ソース側駆動回路）、6 0 2 は画素部、6 0 3 は駆動回路部（ゲート側駆動回路）である。また、6 0 4 は封止基板、6 0 5 はシール材であり、シール材 6 0 5 で囲まれた内側は、空間 6 0 7 になっている。

【0073】

なお、引き回し配線 6 0 8 はソース側駆動回路 6 0 1 及びゲート側駆動回路 6 0 3 に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となる FPC（フレキシブルプリントサーキット）6 0 9 からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここでは FPC しか図示されていないが、この FPC にはプリント配線基盤（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それに FPC もしくは PWB が取り付けられた状態をも含むものとする。

20

【0074】

次に、断面構造について図 8 (B) を用いて説明する。素子基板 6 1 0 上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース側駆動回路 6 0 1 と、画素部 6 0 2 が示されている。

30

【0075】

なお、ソース側駆動回路 6 0 1 は n チャネル型 TFT 6 2 3 と p チャネル型 TFT 6 2 4 とを組み合わせた CMOS 回路が形成される。また、駆動回路を形成する TFT は、公知の CMOS 回路、PMOS 回路もしくは NMOS 回路で形成しても良い。また、本実施例では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0076】

また、画素部 6 0 2 はスイッチング用 TFT 6 1 1 と、電流制御用 TFT 6 1 2 とそのドレインに電氣的に接続された第 1 の電極 6 1 3 とを含む複数の画素により形成される。なお、第 1 の電極 6 1 3 の端部を覆って絶縁物 6 1 4 が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

40

【0077】

また、成膜性を良好なものとするため、絶縁物 6 1 4 の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物 6 1 4 の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物 6 1 4 の上端部のみに曲率半径 ($0.2 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$) を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物 6 1 4 として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

【0078】

第 1 の電極 6 1 3 上には、発光物質を含む層 6 1 6、および第 2 の電極 6 1 7 がそれぞれ

50

れ形成されている。ここで、陽極として機能する第1の電極613に用いる材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ITO膜、2～20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn膜、Pt膜などの単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造等を用いることができる。なお、積層構造とすると、配線としての抵抗も低く、良好なオーミックコンタクトがとれ、さらに陽極として機能させることができる。

【0079】

また、発光物質を含む層616は、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって形成される。発光物質を含む層616には、本発明のピレン誘導体が含まれる。また、これらのピレン誘導体に組み合わせて用いる材料としては、低分子系材料、中分子材料（オリゴマー、 dendrimerを含む）、または高分子系材料であっても良い。また、発光物質を含む層に用いる材料としては、通常、有機化合物を単層もしくは積層で用いる場合が多いが、本発明においては、有機化合物からなる膜の一部に無機化合物を用いる構成も含めることとする。

【0080】

さらに、発光物質を含む層616上に形成される第2の電極（陰極）617に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、またはCaN）を用いればよい。なお、発光物質を含む層616で生じた光が第2の電極617を透過させる場合には、第2の電極（陰極）617として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ITO、2～20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウム、酸化亜鉛（ZnO）等）との積層を用いるのが良い。

【0081】

さらにシール材605で封止基板604を素子基板610と貼り合わせることにより、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた空間607に発光素子618が備えられた構造になっている。なお、空間607には、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材605で充填される構成も含むものとする。

【0082】

なお、シール材605にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板604に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【0083】

以上のようにして、本発明の発光素子を有する発光装置を得ることができる。このような本発明を用いた発光装置は、発光素子における結晶化が抑制されているため、長時間に渡って安定な発光を得ることができる。

【0084】

なお、本実施例に示す発光装置は、実施例1～実施例3に示した発光素子の構成を自由に組み合わせて実施することが可能である。

【実施例5】

【0085】

本実施例では、本発明で発光素子を有する発光装置を用いて完成させた様々な電気器具について説明する。

【0086】

本発明を用いて形成される発光装置を実装した電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンボ等）、パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはデジタルビデオディスク（DVD）等の記録媒体を再生し、

10

20

30

40

50

その画像を表示しうる表示装置を備えた装置)などが挙げられる。図9にこれらの電子機器のうち一部のものについて例示し、説明する。

【0087】

図9(A)は表示装置であり、筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。本発明を用いて形成される発光装置をその表示部2003に用いることにより作製される。なお、表示装置は、コンピュータ用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用装置が含まれる。

【0088】

ここで、図9(B)は携帯電話であり、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含む。本発明の発光素子を有する発光装置をその表示部2703に用いることにより作製される。 10

【0089】

以上の様に、本発明の発光素子を有する発光装置の適用範囲は極めて広く、また発光装置に用いる発光素子は、本発明のピレン誘導体を用いて形成されるため、駆動電圧が低く、長寿命であるという特徴を有している。従って、この発光装置をあらゆる分野の電気器具に適用することにより、低消費電力化、長寿命化(つまり長期間良好な表示画像を得ることができる)を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

20

【図1】本発明の発光素子の素子構造を説明する図。

【図2】ピレン誘導体のDSCチャートを示す図。

【図3】ピレン誘導体の蛍光スペクトルを示す図。

【図4】ピレン誘導体の紫外・可視領域吸収スペクトルを示す図。

【図5】発光装置について説明する図。

【図6】本発明の発光素子の素子構造を説明する図。

【図7】本発明の発光素子の素子構造を説明する図。

【図8】発光装置について説明する図。

【図9】電気器具について説明する図。

【符号の説明】

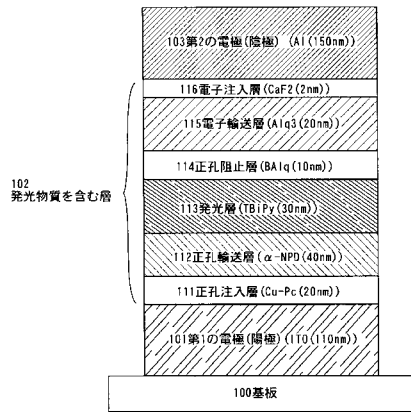
30

【0091】

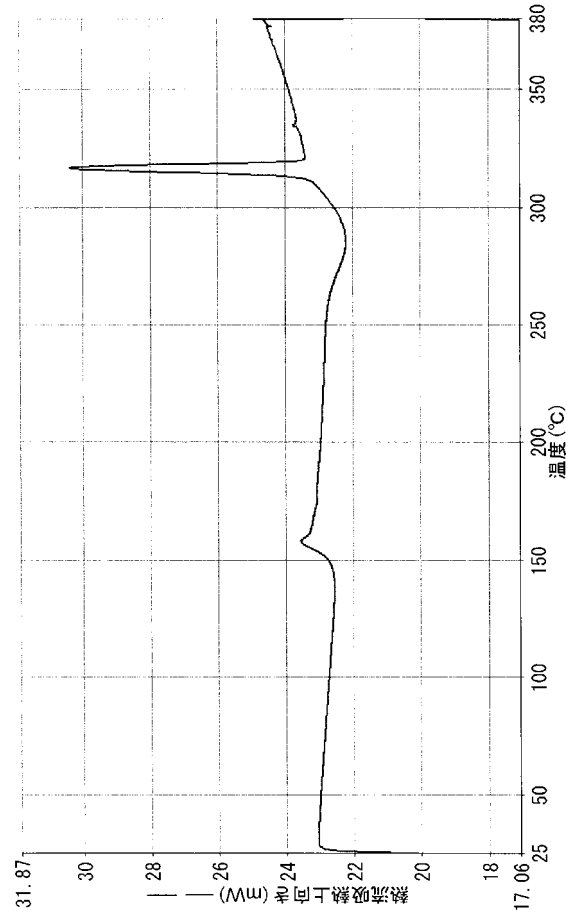
- 100 基板
- 101 第1の電極
- 102 発光物質を含む層
- 103 第2の電極
- 111 正孔注入層
- 112 正孔輸送層
- 113 発光層
- 114 正孔阻止層
- 115 電子輸送層
- 116 電子注入層

40

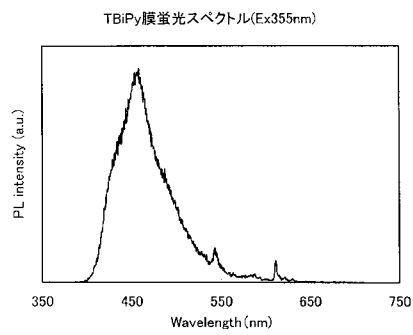
【図 1】



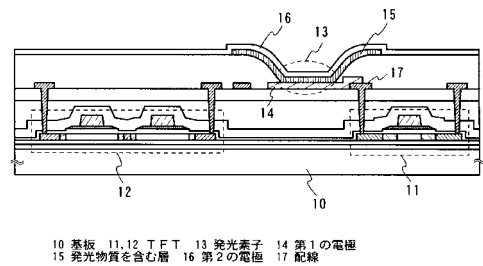
【図 2】



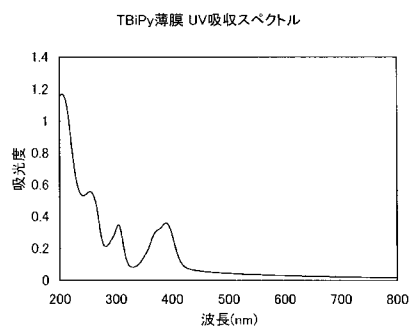
【図 3】



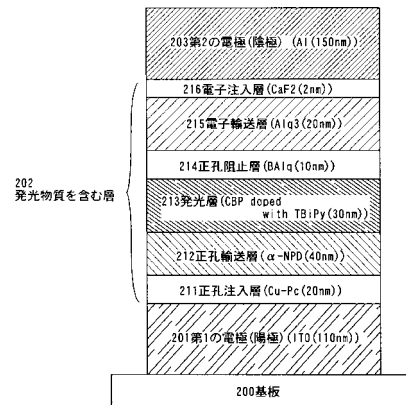
【図 5】



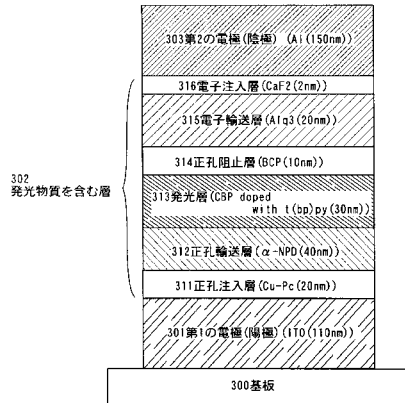
【図 4】



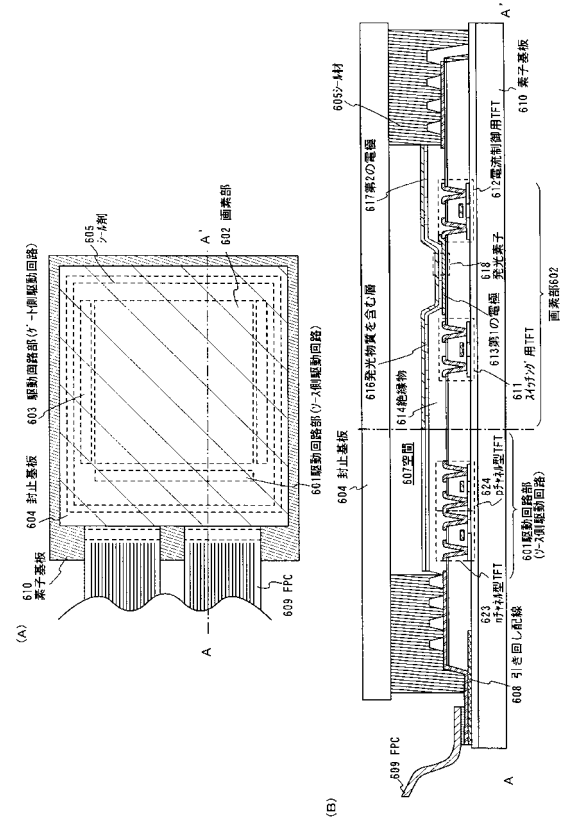
【図 6】



【図 7】

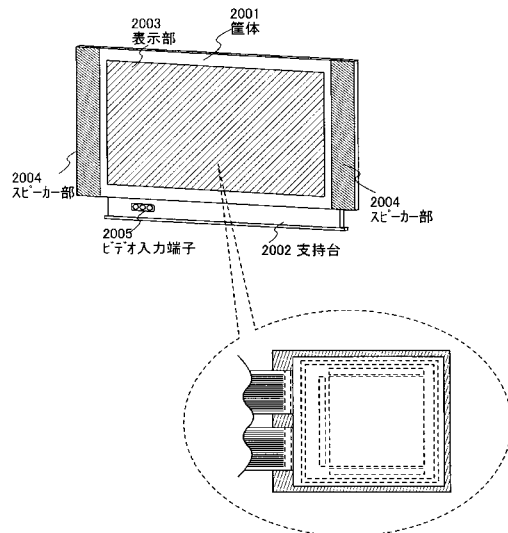


【図 8】

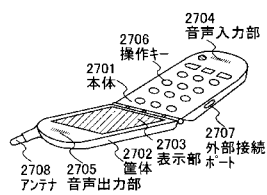


【図 9】

(A)



(B)



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
	H 0 5 B 33/14	B
F ターム (参考)	3K007 AB03 AB11 DB03 FA01	
	4H006 AA01 AA03 AB92	