(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4906037号
(P4906037)
(45)発行日　平成24年3月28日(2012.3.28)　(24)登録日　平成24年1月20日(2012.1.20)

(51)Int.Cl.　　F I
C07C 211/61 (2006.01)　C07C 211/61 CSP
C09K 11/06 (2006.01)　C09K 11/06 690
H01L 51/50 (2006.01)　H05B 33/14 A
H05B 33/22 D

請求項の数 9　(全 28 頁)

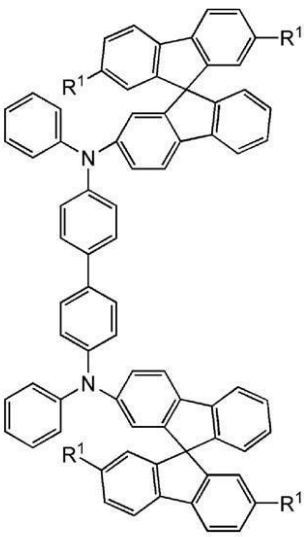
(21)出願番号　特願2005-167740 (P2005-167740)
(22)出願日　平成17年6月8日 (2005.6.8)
(65)公開番号　特開2006-22089 (P2006-22089A)
(43)公開日　平成18年1月26日 (2006.1.26)
審査請求日　平成20年3月26日 (2008.3.26)
(31)優先権主張番号　特願2004-172051 (P2004-172051)
(32)優先日　平成16年6月10日 (2004.6.10)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　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　川上　祥子
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
審査官　井上　千弥子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ベンジジン誘導体、正孔輸送材料、発光装置、及び照明装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
一般式（１）で表されるベンジジン誘導体。
【化０１】



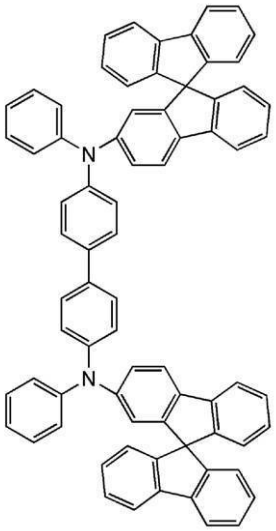
(1)

（式中、Ｒ[1]は、炭素数１～４のアルキル基のいずれかを表す。）

【請求項２】

構造式（２）で表されるベンジジン誘導体。

【化０２】



(2)

【請求項３】

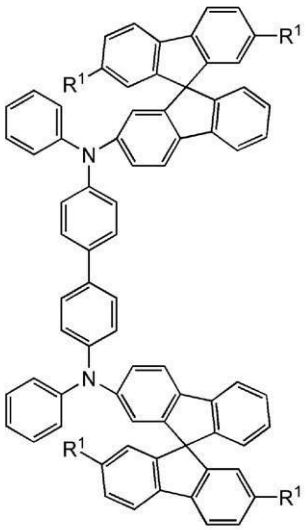
一対の電極と、

前記一対の電極間に請求項１または請求項２に記載のベンジジン誘導体を含む層と、を有する発光素子。

【請求項４】

一般式（１）で表されるベンジジン誘導体を含む正孔輸送材料。

【化０３】



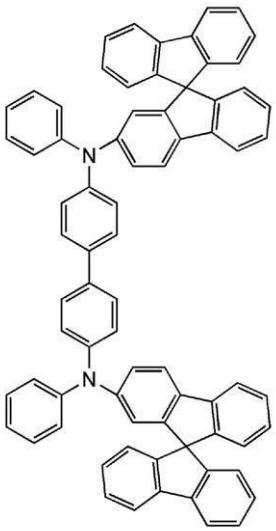
(1)

（式中、Ｒ[1]は、炭素数１～４のアルキル基のいずれかを表す。）

【請求項５】

構造式（２）で表されるベンジジン誘導体を含む正孔輸送材料。

【化０４】

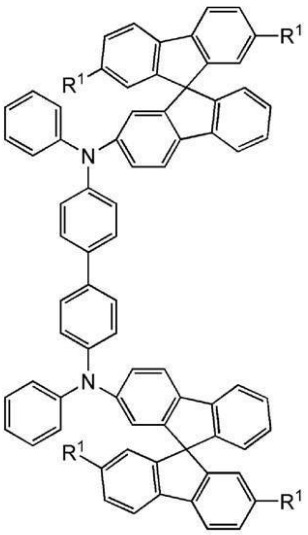


(2)

【請求項６】

一対の電極と、前記一対の電極間に一般式（１）で表されるベンジジン誘導体を含む層と、を有する発光素子を有する発光装置。

【化０５】



(1)

（式中、Ｒ[1]は、炭素数１～４のアルキル基のいずれかを表す。）

【請求項７】

請求項６に記載の発光装置を表示部に用いた電子機器。

【請求項８】

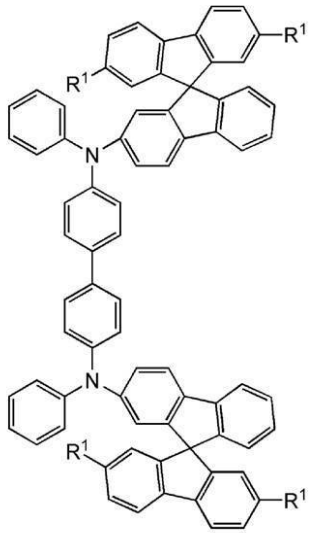
請求項７において、

前記電子機器は、パーソナルコンピュータ、携帯電話機、テレビ受像器、又はカーナビゲイション装置としての機能を有する電子機器。

【請求項９】

一対の電極と、前記一対の電極間に一般式（１）で表されるベンジジン誘導体を含む層と、を有する発光素子を照明部に用いた照明機器。

【化０６】



(1)

（式中、Ｒ[1]は、炭素数１～４のアルキル基のいずれかを表す。）

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、発光素子を作製するための材料として用いることのできる物質に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、ディスプレイ等に利用されている発光素子の多くは、一対の電極間に発光物質を含む層が挟まれた構造を有する。このような発光素子では、一方の電極から注入された電子と他方の電極から注入された正孔とが再結合することによって形成された励起子が、基底状態に戻るときに発光する。

【０００３】

発光素子の分野では、発光効率が高く、色度が良く、また、劣化が少なく寿命の長い発光素子を得るために、発光素子を作製するための材料となる物質について様々な研究が行われている。

【０００４】

ところで、発光素子の劣化の一因として、発光素子を構成する物質の結晶化が挙げられる。その為、結晶化し難い材料の開発が行われており、例えば特許文献１には、ガラス転移温度が高く耐熱性の良い有機材料について開示されている。

【特許文献１】ＷＯ００／２７９４６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

本発明は、耐熱性が良く、正孔輸送材料として用いることのできる物質について提供することを課題とする。また、本発明は、非結晶状態を保ちやすく、正孔輸送材料として用いることのできる物質について提供することを課題とする。

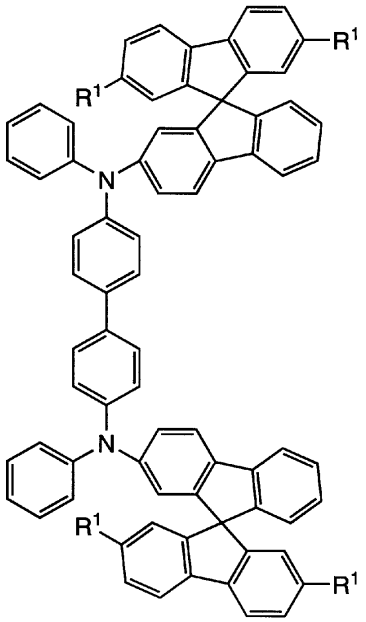
【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の一は、一般式（１）で表されるベンジジン誘導体である。

【０００７】

【化０１】



(1)

一般式（１）において、R^1は、水素または炭素数１～４のアルキル基のいずれか一を表す。

【０００８】

本発明の一は、上記一般式（１）で表されるベンジジン誘導体を含む正孔輸送材料である。

【０００９】

本発明の一は、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジンと、２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンまたは２－ブロモ－２’，７’－ジアルキル－スピロ－９，９’－ビフルオレンとのカップリング反応によって得られ、融点が３２３℃～３２４℃である化合物である。

【００１０】

本発明の一は、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジンと、２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンまたは２－ブロモ－２’，７’－ジアルキル－スピロ－９，９’－ビフルオレンとのカップリング反応によって得られ、融点が３２３℃～３２４℃である化合物を含む正孔輸送材料である。

【００１１】

本発明の一は、上記一般式（１）で表されるベンジジン誘導体を含む層を有する発光素子である。

【００１２】

本発明の一は、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジンと、２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンまたは２－ブロモ－２’，７’－ジアルキル－スピロ－９，９’－ビフルオレンとのカップリング反応によって得られる化合物を含む層を有する発光素子である。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によって耐熱性の良いベンジジン誘導体を得ることができる。また、本発明によって非結晶状態を保ちやすいベンジジン誘導体を得ることができる。

【００１４】

本発明によって、耐熱性の良い正孔輸送材料を得ることが出来る。また、本発明によって、非結晶状態を保ちやすい正孔輸送材料を得ることができる。

【００１５】

本発明のベンジジン誘導体は耐熱性が良いため、本発明のベンジジン誘導体を用いるこ

とによって、熱に起因した特性変化の少ない発光素子を得ることができる。また、本発明のベンジジン誘導体は非結晶状態を保ちやすいため、本発明のベンジジン誘導体を用いることによって、結晶化に起因した素子の劣化が少ない発光素子を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下、本発明の一態様について説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、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、本形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

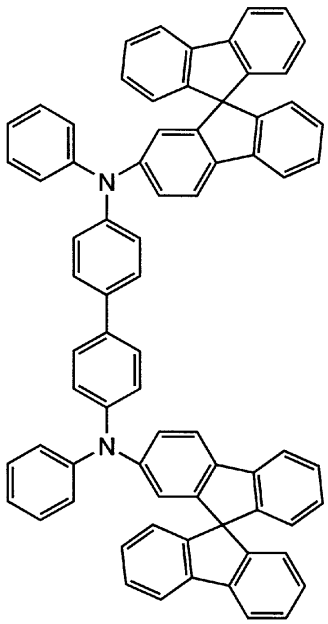
【００１７】

（実施の形態１）

本発明の一態様は、構造式（２）～（５）で表されるベンジジン誘導体である。

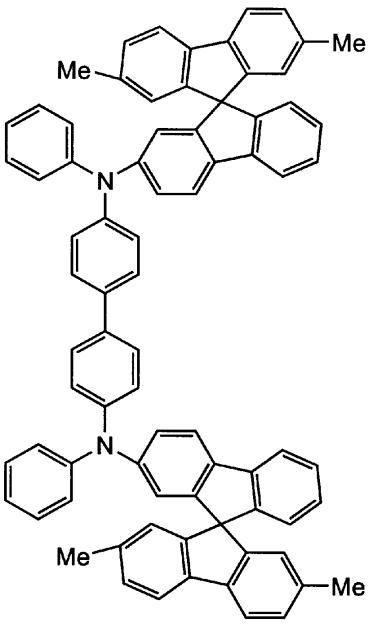
【００１８】

【化０２】



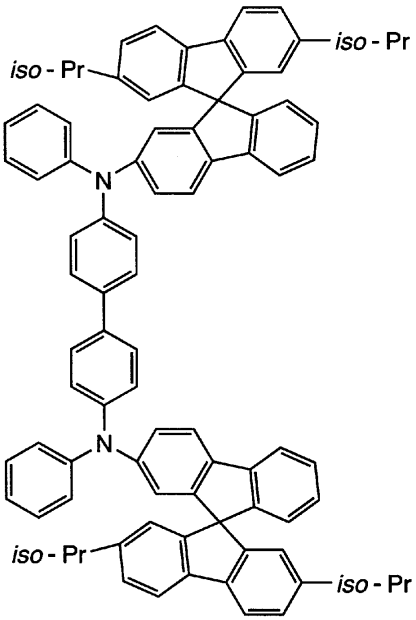
(2)

【化０３】



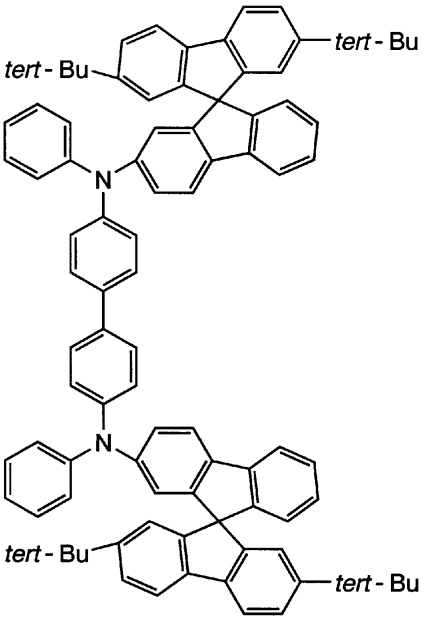
(3)

【化０４】



(4)

【化０５】



(5)

【００１９】

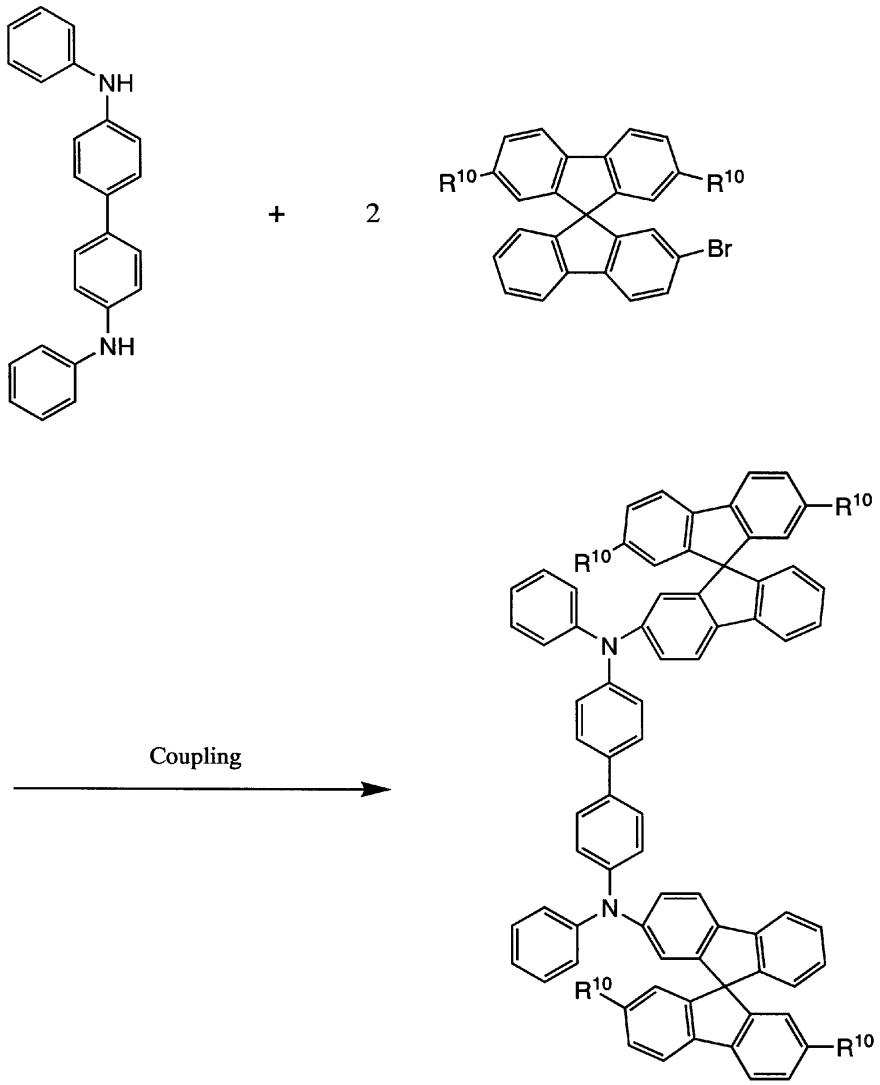
構造式（２）～（５）で表されるベンジジン誘導体は、ガラス転移温度が高く、耐熱性が良い。また、構造式（２）～（５）で表されるベンジジン誘導体は、結晶化し難い。

【００２０】

また、本発明のベンジジン誘導体の合成方法について特に限定はないが、合成スキーム（ａ－１）で表されるように、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジンと、２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンまたは２－ブロモ－２’，７’－ジアルキル－スピロ－９，９’－ビフルオレンとのカップリング反応によって合成することができる。

【００２１】

【化０６】



(a-1)

【００２２】
合成スキーム（ａ－１）において、Ｒ[10]は、水素または炭素数１～４のアルキル基を表す。ここで炭素数３または炭素数４のアルキル基は分岐状であることが好ましい。
【００２３】
以上に説明した本発明のベンジジン誘導体は、正孔輸送層を形成するための材料、つまり正孔輸送材料として用いることができる。
【００２４】
（実施の形態２）
本発明のベンジジン誘導体を正孔輸送材料として用いた発光素子の態様について、図１を用いて説明する。
【００２５】
図１には、第１の電極１０１と第２の電極１０２との間に発光層１１３を有する発光素子が表されている。
【００２６】
このような発光素子において、第１の電極１０１から注入された正孔と、第２の電極１０２から注入された電子とは、発光層１１３において再結合し、発光物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光物質は基底状態に戻るときに発光する。なお、本形態の発光素子において、第１の電極１０１は陽極として機能し、第２の電極１０２は陰極として機能する。また、発光物質とは、発光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質である。

【００２７】
ここで、発光層１１３について特に限定はないが、発光物質が、発光物質の有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する物質からなる層中に、分散して含まれた層であることが好ましい。これによって、発光物質からの発光が、濃度に起因して消光してしまうことを防ぐことができる。なお、エネルギーギャップとはＬＵＭＯ準位とＨＯＭＯ準位との間のエネルギーギャップを言う。
【００２８】
発光物質について特に限定はなく、発光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質を用いればよい。例えば、赤色系の発光を得たいときには、４－ジシアノメチレン－２－イソプロピル－６－［２－（１，１，７，７－テトラメチルジュロリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン（略称：ＤＣＪＴＩ）、４－ジシアノメチレン－２－メチル－６－［２－（１，１，７，７－テトラメチルジュロリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン（略称：ＤＣＪＴ）、４－ジシアノメチレン－２－ｔｅｒｔ－ブチル－６－［２－（１，１，７，７－テトラメチルジュロリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン（略称：ＤＣＪＴＢ）やペリフランテン、２，５－ジシアノ－１，４－ビス［２－（１０－メトキシ－１，１，７，７－テトラメチルジュロリジン－９－イル）エテニル］ベンゼン等、６００ｎｍから６８０ｎｍに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。また緑色系の発光を得たいときは、Ｎ，Ｎ’－ジメチルキナクリドン（略称：ＤＭＱｄ）、クマリン６やクマリン５４５Ｔ、トリス（８－キノリノラト）アルミニウム（略称：$Ａｌｑ_3$）等、５００ｎｍから５５０ｎｍに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。また、青色系の発光を得たいときは、９，１０－ビス（２－ナフチル）－ｔｅｒｔ－ブチルアントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＮＡ）９，９’－ビアントリル、９，１０－ジフェニルアントラセン（略称：ＤＰＡ）や９，１０－ビス（２－ナフチル）アントラセン（略称：ＤＮＡ）、ビス（２－メチル－８－キノリノラト）－４－フェニルフェノラト－ガリウム（ＢＧａｑ）、ビス（２－メチル－８－キノリノラト）－４－フェニルフェノラト－アルミニウム（ＢＡｌｑ）等、４２０ｎｍから５００ｎｍに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。
【００２９】
また、発光物質を分散状態にするために用いる物質について特に限定はなく、例えば、９，１０－ジ（２－ナフチル）－２－ｔｅｒｔ－ブチルアントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＮＡ）等のアントラセン誘導体、または４，４’－ビス（Ｎ－カルバゾリル）ビフェニル（略称：ＣＢＰ）等のカルバゾール誘導体の他、ビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）ピリジナト］亜鉛（略称：$Ｚｎｐｐ_2$）、ビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト］亜鉛（略称：ＺｎＢＯＸ）等の金属錯体等を用いることができる。
【００３０】
また、第１の電極１０１について特に限定はないが、本形態のように、陽極として機能するときは、仕事関数の大きい物質で形成されていることが好ましい。具体的には、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）、または酸化珪素を含むインジウム錫酸化物、２～２０％の酸化亜鉛を含む酸化インジウムの他、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）等を用いることができる。なお、第１の電極１０１は、例えばスパッタ法や蒸着法等を用いて形成することができる。
【００３１】
また、第２の電極１０２について特に限定はないが、本形態のように、陰極として機能するときは、仕事関数の小さい物質で形成されていることが好ましい。具体的には、リチウム（Ｌｉ）またはマグネシウム等のアルカリ金属またはアルカリ土類金属等を含んだアルミニウム等を用いることが好ましい。但し、先に述べたインジウム錫酸化物（ＩＴＯ）等を用いて形成されていても構わない。なお、第２の電極１０２は、例えばスパッタ法や蒸着法等を用いて形成することができる。

【００３２】
なお、発光した光を外部に取り出すために、第１の電極１０１と第２の電極のいずれか一または両方は、インジウムスズ酸化物等のから成る電極、または可視光を透過出来るように数～数十ｎｍの厚さで形成された電極であることが好ましい。
【００３３】
また、第１の電極１０１と発光層１１３との間には、図１に示すように、正孔輸送層１１２を有する。ここで、正孔輸送層とは、第１の電極１０１から注入された正孔を発光層１１３へ輸送する機能を有する層である。このように、正孔輸送層１１２を設け、第１の電極１０１と発光層１１３とを離すことによって、発光が金属に起因して消光することを防ぐことができる。
【００３４】
なお、正孔輸送層１１２について、特に限定はないが、一般式（１）または、構造式（２）～（４）のいずれかで表される本発明のベンジジン誘導体によって形成されたものを用いることが好ましい。本発明のベンジジン誘導体は耐熱性が高い。その為、本発明のベンジジン誘導体を正孔輸送材料として用いることによって、熱に起因した特性変化が少ない正孔輸送層１１２を形成することができる。また、本発明のベンジジン誘導体は結晶化し難い。その為、本発明のベンジジン誘導体を正孔輸送材料として用いることによって結晶化し難い正孔輸送層１１２を形成することができる。
【００３５】
なお、正孔輸送層１１２は、一般式（１）または、構造式（２）～（４）のいずれかで表される本発明のベンジジン誘導体から成る層を二以上組み合わせて形成した多層構造の層であってもよい。
【００３６】
また、第２の電極１０２と発光層１１３との間には、図１に示すように、電子輸送層１１４を有していてもよい。ここで、電子輸送層とは、第２の電極１０２から注入された電子を発光層１１３へ輸送する機能を有する層である。このように、電子輸送層１１４を設け、第２の電極１０２と発光層１１３とを離すことによって、発光が金属に起因して消光することを防ぐことができる。
【００３７】
なお、電子輸送層１１４について特に限定はなく、トリス（８－キノリノラト）アルミニウム（略称：Ａｌｑ$_3$）、トリス（５－メチル－８－キノリノラト）アルミニウム（略称：Ａｌｍｑ$_3$）、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］－キノリナト）ベリリウム（略称：ＢｅＢｑ$_2$）、ビス（２－メチル－８－キノリノラト）－４－フェニルフェノラト－アルミニウム（略称：ＢＡｌｑ）など、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等によって形成されたものを用いることができる。この他、ビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）－ベンゾオキサゾラト］亜鉛（略称：Ｚｎ（ＢＯＸ）$_2$）、ビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）－ベンゾチアゾラト］亜鉛（略称：Ｚｎ（ＢＴＺ）$_2$）などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体等によって形成されたものであってもよい。また、２－（４－ビフェニリル）－５－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール（略称：ＰＢＤ）や、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（略称：ＯＸＤ－７）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－フェニル－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ＴＡＺ）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－（４－エチルフェニル）－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ｐ－ＥｔＴＡＺ）、バソフェナントロリン（略称：ＢＰｈｅｎ）、バソキュプロイン（略称：ＢＣＰ）等を用いて形成されたものであってもよい。電子輸送層１１４は、以上に記載したような正孔の移動度よりも電子の移動度が高い物質を用いて形成することが好ましい。また、電子輸送層１１４は、10^{-6}ｃｍ^2／Ｖｓ以上の電子移動度を有する物質を用いて形成することがより好ましい。また、電子輸送層１１４は、以上に述べた物質から成る層を二以上組み合わせて形成した多層構造の層であってもよい。

【００３８】
さらに、第１の電極１０１と正孔輸送層１１２との間には、図１に示すように、正孔注入層１１１を有していてもよい。ここで、正孔注入層とは、陽極として機能する電極から正孔輸送層１１２へ正孔の注入を補助する機能を有する層である。
【００３９】
正孔注入層１１１について特に限定はなく、モリブデン酸化物（ＭｏＯｘ）やバナジウム酸化物（ＶＯｘ）、ルテニウム酸化物（ＲｕＯｘ）、タングステン酸化物（ＷＯｘ）、マンガン酸化物（ＭｎＯｘ）等の金属酸化物によって形成されたものを用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H_2Ｐｃ）や銅フタロシアニン（ＣｕＰＣ）等のフタロシアニン系の化合物、４，４－ビス（Ｎ－（４－（Ｎ，Ｎ－ジ－ｍ－トリルアミノ）フェニル）－Ｎ－フェニルアミノ）ビフェニル（略称：ＤＮＴＰＤ）等の芳香族アミン系の化合物、或いはポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（ＰＥＤＯＴ／ＰＳＳ）等の高分子等によっても正孔注入層１１１を形成することができる。
【００４０】
また、第２の電極１０２と電子輸送層１１４との間には、図１に示すように、電子注入層１１５を有していてもよい。ここで、電子注入層とは、陰極として機能する電極から電子輸送層１１４へ電子の注入を補助する機能を有する層である。なお、電子輸送層を特に設けない場合は、陰極として機能する電極と発光層との間に電子注入層を設け、発光層への電子の注入を補助してもよい。
【００４１】
電子注入層１１５について特に限定はなく、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化セシウム（ＣｓＦ）、フッ化カルシウム（CaF_2）等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属の化合物を用いて形成されたものを用いることができる。この他、Alq_3または４，４－ビス（５－メチルベンズオキサゾル－２－イル）スチルベン（ＢｚＯｓ）等のように電子輸送性の高い物質と、マグネシウムまたはリチウム等のようにアルカリ金属又はアルカリ土類金属とを混合したものも、電子注入層１１５として用いることができる。
【００４２】
以上に説明した本発明の発光素子において、正孔注入層１１１、正孔輸送層１１２、発光層１１３、電子輸送層１１４、電子注入層１１５は、それぞれ、蒸着法、またはインクジェット法、または塗布法等、いずれの方法で形成しても構わない。また、第１の電極１０１または第２の電極１０２についても、スパッタリング法または蒸着法等、いずれの方法を用いて形成しても構わない。
【００４３】
以上のように、本発明のベンジジン誘導体を用いて正孔輸送層を形成することによって、熱に起因した正孔輸送層の特性変化に因る素子特性の変化が少ない発光素子を得ることができる。また、本発明のベンジジン誘導体を用いて正孔輸送層を形成することによって、正孔輸送層の結晶化に因る劣化が少ない発光素子を得ることができる。
【００４４】
（実施の形態３）
実施の形態２において説明した本発明の発光素子は、表示機能を有する発光装置の画素部や、照明機能を有する発光装置の照明部に適用することができる。そして、本発明の発光素子は熱に起因した特性変化や結晶化に起因した劣化が少ないため、本発明の発光素子を用いることによって発光素子の劣化に起因した画像や照明光の不具合が少ない発光装置を得ることができる。
【００４５】
本形態では、表示機能を有する発光装置の回路構成および駆動方法について図３～６を用いて説明する。
【００４６】
図３は本発明を適用した発光装置を上面からみた模式図である。図３において、基板６

５００上には、画素部６５１１と、ソース信号線駆動回路６５１２と、書込用ゲート信号線駆動回路６５１３と、消去用ゲート信号線駆動回路６５１４とが設けられている。ソース信号線駆動回路６５１２と、書込用ゲート信号線駆動回路６５１３と、消去用ゲート信号線駆動回路６５１４とは、それぞれ、配線群を介して、外部入力端子であるＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）６５０３と接続している。そして、ソース信号線駆動回路６５１２と、書込用ゲート信号線駆動回路６５１３と、消去用ゲート信号線駆動回路６５１４とは、それぞれ、ＦＰＣ６５０３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。またＦＰＣ６５０３にはプリント配線基盤（ＰＷＢ）６５０４が取り付けられている。なお、駆動回路部は、上記のように必ずしも画素部６５１１と同一基板上に設けられている必要はなく、例えば、配線パターンが形成されたＦＰＣ上にＩＣチップを実装したもの（ＴＣＰ）等を利用し、基板外部に設けられていてもよい。

【００４７】

画素部６５１１には、列方向に延びた複数のソース信号線が行方向に並んで配列している。また、電流供給線が行方向に並んで配列している。また、画素部６５１１には、行方向に延びた複数のゲート信号線が列方向に並んで配列している。また画素部６５１１には、発光素子を含む一組の回路が複数配列している。

【００４８】

図４は、一画素を動作するための回路を表した図である。図４に示す回路には、第１のトランジスタ９０１と第２のトランジスタ９０２と発光素子９０３とが含まれている。

【００４９】

第１のトランジスタ９０１と、第２のトランジスタ９０２とは、それぞれ、ゲート電極と、ドレイン領域と、ソース領域とを含む三端子の素子であり、ドレイン領域とソース領域の間にチャネル領域を有する。ここで、ソース領域とドレイン領域とは、トランジスタの構造や動作条件等によって変わるため、いずれがソース領域またはドレイン領域であるかを限定することが困難である。そこで、本形態においては、ソースまたはドレインとして機能する領域を、それぞれトランジスタの第１電極、トランジスタの第２電極と表記する。

【００５０】

ゲート信号線９１１と、書込用ゲート信号線駆動回路９１３とはスイッチ９１８によって電気的に接続または非接続の状態になるように設けられている。また、ゲート信号線９１１と、消去用ゲート信号線駆動回路９１４とはスイッチ９１９によって電気的に接続または非接続の状態になるように設けられている。また、ソース信号線９１２は、スイッチ９２０によってソース信号線駆動回路９１５または電源９１６のいずれかに電気的に接続するように設けられている。そして、第１のトランジスタ９０１のゲートはゲート信号線９１１に電気的に接続している。また、第１のトランジスタの第１電極はソース信号線９１２に電気的に接続し、第２電極は第２のトランジスタ９０２のゲート電極と電気的に接続している。第２のトランジスタ９０２の第１電極は電流供給線９１７と電気的に接続し、第２電極は発光素子９０３に含まれる一の電極と電気的に接続している。なお、スイッチ９１８は、書込用ゲート信号線駆動回路９１３に含まれていてもよい。またスイッチ９１９についても消去用ゲート信号線駆動回路９１４の中に含まれていてもよい。また、スイッチ９２０についてもソース信号線駆動回路９１５の中に含まれていてもよい。

【００５１】

また画素部におけるトランジスタや発光素子等の配置について特に限定はないが、例えば図５の上面図に表すように配置することができる。図５において、第１のトランジスタ１００１の第１電極はソース信号線１００４に接続し、第２の電極は第２のトランジスタ１００２のゲート電極に接続している。また第２トランジスタの第１電極は電流供給線１００５に接続し、第２電極は発光素子の電極１００６に接続している。ゲート信号線１００３の一部は第１のトランジスタ１００１のゲート電極として機能する。

【００５２】

次に、駆動方法について説明する。図６は時間経過に伴ったフレームの動作について説

明する図である。図６において、横方向は時間経過を表し、縦方向はゲート信号線の走査段数を表している。

【００５３】

本発明の発光装置を用いて画像表示を行うとき、表示期間においては、画面の書き換え動作と表示動作とが繰り返し行われる。この書き換え回数について特に限定はないが、画像をみる人がちらつき（フリッカ）を感じないように少なくとも１秒間に６０回程度とすることが好ましい。ここで、一画面（１フレーム）の書き換え動作と表示動作を行う期間を１フレーム期間という。

【００５４】

１フレームは、図６に示すように、書き込み期間５０１ａ、５０２ａ、５０３ａ、５０４ａと保持期間５０１ｂ、５０２ｂ、５０３ｂ、５０４ｂとを含む４つのサブフレーム５０１、５０２、５０３、５０４に時分割されている。発光するための信号を与えられた発光素子は、保持期間において発光状態となっている。各々のサブフレームにおける保持期間の長さの比は、第１のサブフレーム５０１：第２のサブフレーム５０２：第３のサブフレーム５０３：第４のサブフレーム５０４＝2^3：2^2：2^1：2^0＝８：４：２：１となっている。これによって４ビット階調を表現することができる。但し、ビット数及び階調数はここに記すものに限定されず、例えば８つのサブフレームを設け８ビット階調を行えるようにしてもよい。

【００５５】

１フレームにおける動作について説明する。まず、サブフレーム５０１において、１行目から最終行まで順に書き込み動作が行われる。従って、行によって書き込み期間の開始時間が異なる。書き込み期間５０１ａが終了した行から順に保持期間５０１ｂへと移る。当該保持期間において、発光するための信号を与えられている発光素子は発光状態となっている。また、保持期間５０１ｂが終了した行から順に次のサブフレーム５０２へ移り、サブフレーム５０１の場合と同様に１行目から最終行まで順に書き込み動作が行われる。以上のような動作を繰り返し、サブフレーム５０４の保持期間５０４ｂ迄終了する。サブフレーム５０４における動作を終了したら次のフレームへ移る。このように、各サブフレームにおいて発光した時間の積算時間が、１フレームにおける各々の発光素子の発光時間となる。この発光時間を発光素子ごとに変えて一画素内で様々に組み合わせることによって、明度および色度の異なる様々な表示色を形成することができる。

【００５６】

サブフレーム５０４のように、最終行目までの書込が終了する前に、既に書込を終え、保持期間に移行した行における保持期間を強制的に終了させたいときは、保持期間５０４ｂの後に消去期間５０４ｃを設け、強制的に非発光の状態となるように制御することが好ましい。そして、強制的に非発光状態にした行については、一定期間、非発光の状態を保つ（この期間を非発光期間５０４ｄとする。）。そして、最終行目の書込期間が終了したら直ちに、一行目から順に次の（またはフレーム）の書込期間に移行する。これによって、サブフレーム５０４の書き込み期間と、その次のサブフレームの書き込み期間とが重畳することを防ぐことができる。

【００５７】

なお、本形態では、サブフレーム５０１乃至５０４は保持期間の長いものから順に並んでいるが、必ずしも本実施例のような並びにする必要はなく、例えば保持期間の短いものから順に並べられていてもよいし、または保持期間の長いものと短いものとがランダムに並んでいてもよい。また、サブフレームは、さらに複数のフレームに分割されていてもよい。つまり、同じ映像信号を与えている期間、ゲート信号線の走査を複数回行ってもよい。

【００５８】

ここで、書込期間および消去期間における、図４で示す回路の動作について説明する。

【００５９】

まず書込期間における動作について説明する。書込期間において、ｎ行目（ｎは自然数

）のゲート信号線９１１は、スイッチ９１８を介して書込用ゲート信号線駆動回路９１３と電気的に接続し、消去用ゲート信号線駆動回路９１４とは非接続である。また、ソース信号線９１２はスイッチ９２０を介してソース信号線駆動回路と電気的に接続している。ここで、ｎ行目（ｎは自然数）のゲート信号線９１１に接続した第１のトランジスタ９０１のゲートに信号が入力され、第１のトランジスタ９０１はオンとなる。そして、この時、１列目から最終列目迄のソース信号線に同時に映像信号が入力される。なお、各列のソース信号線９１２から入力される映像信号は互いに独立したものである。ソース信号線９１２から入力された映像信号は、各々のソース信号線に接続した第１のトランジスタ９０１を介して第２のトランジスタ９０２のゲート電極に入力される。この時第２のトランジスタ９０２に入力された信号によって発光素子９０３は発光または非発光が決まる。例えば、第２のトランジスタ９０２がＰチャネル型である場合は、第２のトランジスタ９０２のゲート電極にＬｏｗ　Ｌｅｖｅｌの信号が入力されることによって発光素子９０３が発光する。一方、第２のトランジスタ９０２がＮチャネル型である場合は、第２のトランジスタ９０２のゲート電極にＨｉｇｈ　Ｌｅｖｅｌの信号が入力されることによって発光素子９０３が発光する。

【００６０】

次に消去期間における動作について説明する。消去期間において、ｎ行目（ｎは自然数）のゲート信号線９１１は、スイッチ９１９を介して消去用ゲート信号線駆動回路９１４と電気的に接続し、書込用ゲート信号線駆動回路９１３とは非接続である。また、ソース信号線９１２はスイッチ９２０を介して電源９１６と電気的に接続している。ここで、ｎ行目のゲート信号線９１１に接続した第１のトランジスタ９０１のゲートに信号が入力され、第１のトランジスタ９０１はオンとなる。そして、この時、１列目から最終列目迄のソース信号線に同時に消去信号が入力される。ソース信号線９１２から入力された消去信号は、各々のソース信号線に接続した第１のトランジスタ９０１を介して第２のトランジスタ９０２のゲート電極に入力される。この時第２のトランジスタ９０２に入力された信号によって、電流供給線９１７から発光素子９０３への電流の供給が阻止される。そして、発光素子９０３は強制的に非発光となる。例えば、第２のトランジスタ９０２がＰチャネル型である場合は、第２のトランジスタ９０２のゲート電極にＨｉｇｈ　Ｌｅｖｅｌの信号が入力されることによって発光素子９０３は非発光となる。一方、第２のトランジスタ９０２がＮチャネル型である場合は、第２のトランジスタ９０２のゲート電極にＬｏｗ　Ｌｅｖｅｌの信号が入力されることによって発光素子９０３は非発光となる。

【００６１】

なお、消去期間では、ｎ行目（ｎは自然数）については、以上に説明したような動作によって消去する為の信号を入力する。しかし、前述のように、ｎ行目が消去期間であると共に、他の行（ｍ行目（ｍは自然数）とする。）については書込期間となる場合がある。このような場合、同じ列のソース信号線を利用してｎ行目には消去の為の信号を、ｍ行目には書込の為の信号を入力する必要があるため、以下に説明するような動作させることが好ましい。

【００６２】

先に説明した消去期間における動作によって、ｎ行目の発光素子９０３が非発光となった後、直ちに、ゲート信号線９１１と消去用ゲート信号線駆動回路９１４とを非接続の状態とすると共に、スイッチ９２０を切り替えてソース信号線９１２とソース信号線駆動回路９１５と接続させる。そして、ソース信号線とソース信号線駆動回路９１５とを接続させる共に、ゲート信号線９１１と書込用ゲート信号線駆動回路９１３とを接続させる。そして、書込用ゲート信号線駆動回路９１３からｍ行目の信号線に選択的に信号が入力され、第１のトランジスタがオンすると共に、ソース信号線駆動回路９１５からは、１列目から最終列目迄のソース信号線に書込の為の信号が入力される。この信号によって、ｍ行目の発光素子は、発光または非発光となる。

【００６３】

以上のようにしてｍ行目について書込期間を終えたら、直ちに、ｎ＋１行目の消去期間

に移行する。その為に、ゲート信号線９１１と書込用ゲート信号線駆動回路９１３を非接続とすると共に、スイッチ９２０を切り替えてソース信号線を電源９１６と接続する。また、ゲート信号線９１１と書込用ゲート信号線駆動回路９１３を非接続とすると共に、ゲート信号線９１１については、消去用ゲート信号線駆動回路９１４と接続状態にする。そして、消去用ゲート信号線駆動回路９１４からｎ＋１行目のゲート信号線に選択的に信号を入力して第１のトランジスタに信号をオンする共に、電源９１６から消去信号が入力される。このようにして、ｎ＋１行目の消去期間を終えたら、直ちに、ｍ＋１行目の書込期間に移行する。以下、同様に、消去期間と書込期間とを繰り返し、最終行目の消去期間まで動作させればよい。

【００６４】

なお、本形態では、ｎ行目の消去期間とｎ＋１行目の消去期間との間にｍ行目の書込期間を設ける態様について説明したが、これに限らず、ｎ－１行目の消去期間とｎ行目の消去期間との間にｍ行目の書込期間を設けてもよい。

【００６５】

また、本形態では、サブフレーム５０４のように非発光期間５０４ｄを設けるときおいて、消去用ゲート信号線駆動回路９１４と或る一のゲート信号線とを非接続状態にすると共に、書込用ゲート信号線駆動回路９１３と他のゲート信号線とを接続状態にする動作を繰り返している。このような動作は、特に非発光期間を設けないフレームにおいて行っても構わない。

【００６６】

（実施の形態４）

本発明の発光素子を含む発光装置の断面図の一態様について、図７を用いて説明する。

【００６７】

図７において、点線で囲まれているのは、本発明の発光素子１２を駆動するために設けられているトランジスタ１１である。発光素子１２は、第１の電極１３と第２の電極１４との間に発光層１５を有する本発明の発光素子である。トランジスタ１１のドレインと第１の電極１３とは、第１層間絶縁膜１６（１６ａ、１６ｂ、１６ｃ）を貫通している配線１７によって電気的に接続されている。また、発光素子１２は、隔壁層１８によって、隣接して設けられている別の発光素子と分離されている。このような構成を有する本発明の発光装置は、本形態において、基板１０上に設けられている。

【００６８】

なお、図７に示されたトランジスタ１１は、半導体層を中心として基板と逆側にゲート電極が設けられたトップゲート型のものである。但し、トランジスタ１１の構造については、特に限定はなく、例えばボトムゲート型のものでもよい。またボトムゲートの場合には、チャネルを形成する半導体層の上に保護膜が形成されたもの（チャネル保護型）でもよいし、或いはチャネルを形成する半導体層の一部が凹状になったもの（チャネルエッチ型）でもよい。

【００６９】

また、トランジスタ１１を構成する半導体層は、結晶性、非結晶性のいずれのものでもよい。また、セミアモルファス等でもよい。

【００７０】

なお、セミアモルファス半導体とは、次のようなものである。非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造を有し、自由エネルギー的に安定な第３の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な領域を含んでいるものである。また少なくとも膜中の一部の領域には、０．５～２０ｎｍの結晶粒を含んでいる。ラマンスペクトルのＬ－Ｏフォノンに関するピークが５２０ｃｍ$^{-1}$よりも低波数側にシフトしている。Ｘ線回折ではＳｉ結晶格子に由来するとされる（１１１）、（２２０）の回折ピークが観測される。未結合手（ダングリングボンド）を終端させるために水素またはハロゲンを少なくとも１原子％またはそれ以上含ませている。所謂微結晶半導体（マイクロクリスタル半導体）とも言われている。珪化物気体をグロー放電分解（プラズマＣＶＤ

）して形成する。珪化物気体としては、SiH_4、その他にもSi_2H_6、SiH_2Cl_2、$SiHCl_3$、$SiCl_4$、SiF_4などを用いることができる。この珪化物気体をH_2、又は、H_2とＨｅ、Ａｒ、Ｋｒ、Ｎｅから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈しても良い。希釈率は２～１０００倍の範囲、圧力は概略０．１Ｐａ～１３３Ｐａの範囲、電源周波数は１ＭＨｚ～１２０ＭＨｚ、好ましくは１３ＭＨｚ～６０ＭＨｚ、基板加熱温度は３００℃以下でよく、好ましくは１００～２５０℃、膜中の不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は$1\times10^{20}cm^{-3}$以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は$5\times10^{19}/cm^3$以下、好ましくは$1\times10^{19}/cm^3$以下とする。なお、セミアモルファスなものを有する半導体を用いたＴＦＴ（薄膜トランジスタ）の移動度はおよそ$1\sim10cm^2/Vsec$となる。

【００７１】

また、半導体層が結晶性のものの具体例としては、単結晶または多結晶性の珪素、或いはシリコンゲルマニウム等から成るものが挙げられる。これらはレーザー結晶化によって形成されたものでもよいし、例えばニッケル等を用いた固相成長法による結晶化によって形成されたものでもよい。

【００７２】

なお、半導体層が非晶質の物質、例えばアモルファスシリコンで形成される場合には、トランジスタ１１およびその他のトランジスタ（発光素子を駆動するための回路を構成するトランジスタ）は全てＮチャネル型トランジスタで構成された回路を有する発光装置であることが好ましい。それ以外については、Ｎチャネル型またはＰチャネル型のいずれか一のトランジスタで構成された回路を有する発光装置でもよいし、両方のトランジスタで構成された回路を有する発光装置でもよい。

【００７３】

さらに、第１層間絶縁膜１６（１６ａ、１６ｂ、１６ｃ）は、図７（Ａ）～（Ｃ）に示すように多層でもよいし、または単層でもよい。なお、１６ａは酸化珪素や窒化珪素のような無機物から成り、１６ｂはアクリルやシロキサン（シロキサンは、シリコン（Ｓｉ）と酸素（Ｏ）との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基（例えばアルキル基、芳香族炭化水素）が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。）、塗布成膜可能な酸化珪素等から成る。さらに、１６ｃはアルゴン（Ａｒ）を含む窒化珪素膜から成る。なお、各層を構成する物質については、特に限定はなく、ここに述べたもの以外のものを用いてもよい。また、これら以外の物質から成る層をさらに組み合わせてもよい。このように、第１層間絶縁膜１６は、無機物または有機物の両方を用いて形成されたものでもよいし、または無機物と有機物のいずれか一で形成されたものでもよい。

【００７４】

隔壁層１８は、エッジ部において、曲率半径が連続的に変化する形状であることが好ましい。また隔壁層１８は、アクリルやシロキサン、レジスト、酸化珪素等を用いて形成される。なお隔壁層１８は、無機物と有機物のいずれか一で形成されたものでもよいし、または両方を用いて形成されたものでもよい。

【００７５】

なお、図７（Ａ）、（Ｃ）では、第１層間絶縁膜１６のみがトランジスタ１１と発光素子１２の間に設けられた構成であるが、図７（Ｂ）のように、第１層間絶縁膜１６（１６ａ、１６ｂ）の他、第２層間絶縁膜１９（１９ａ、１９ｂ）が設けられた構成のものであってもよい。図７（Ｂ）に示す発光装置においては、第１の電極１３は第２層間絶縁膜１９を貫通し、配線１７と接続している。

【００７６】

第２層間絶縁膜１９は、第１層間絶縁膜１６と同様に、多層でもよいし、または単層でもよい。１９ａはアクリルやシロキサン、塗布成膜可能な酸化珪素等から成る。さらに、１９ｂはアルゴン（Ａｒ）を含む窒化珪素膜から成る。なお、各層を構成する物質につい

ては、特に限定はなく、ここに述べたもの以外のものを用いてもよい。また、これら以外の物質から成る層をさらに組み合わせてもよい。このように、第２層間絶縁膜１９は、無機物または有機物の両方を用いて形成されたものでもよいし、または無機物と有機物のいずれか一で形成されたものでもよい。

【００７７】

発光素子１２において、第１の電極１３および第２の電極１４がいずれも透光性を有する物質で構成されている場合、図７（Ａ）の白抜きの矢印で表されるように、第１の電極１３側と第２の電極１４側の両方から発光を取り出すことができる。また、第２の電極１４のみが透光性を有する物質で構成されている場合、図７（Ｂ）の白抜きの矢印で表されるように、第２の電極１４側のみから発光を取り出すことができる。この場合、第１の電極１３は反射率の高い材料で構成されているか、または反射率の高い材料から成る膜（反射膜）が第１の電極１３の下方に設けられていることが好ましい。また、第１の電極１３のみが透光性を有する物質で構成されている場合、図７（Ｃ）の白抜きの矢印で表されるように、第１の電極１３側のみから発光を取り出すことができる。この場合、第２の電極１４は反射率の高い材料で構成されているか、または反射膜が第２の電極１４の上方に設けられていることが好ましい。

【００７８】

また、発光素子１２は、第１の電極１３が陽極として機能し、第２の電極１４が陰極として機能する構成であってもよいし、或いは第１の電極１３が陰極として機能し、第２の電極１４が陽極として機能する構成であってもよい。但し、前者の場合、トランジスタ１１はＰチャネル型トランジスタであり、後者の場合、トランジスタ１１はＮチャネル型トランジスタである。

【００７９】

（実施の形態５）

本発明の発光装置を実装することによって、長期間に渡って良好な表示を行うことができる電子機器、または長期間に渡って良好に照明することができる電化製品を得ることができる。

【００８０】

本発明を適用した発光装置を実装した電子機器の一実施例を図８に示す。

【００８１】

図８（Ａ）は、本発明を適用して作製したノート型のパーソナルコンピュータであり、本体５５２１、筐体５５２２、表示部５５２３、キーボード５５２４などによって構成されている。本発明の発光素子を有する発光装置を表示部として組み込むことでパーソナルコンピュータを完成できる。

【００８２】

図８（Ｂ）は、本発明を適用して作製した携帯電話機であり、本体５５５２には表示部５５５１と、音声出力部５５５４、音声入力部５５５５、操作スイッチ５５５６、５５５７、アンテナ５５５３等によって構成されている。本発明の発光素子を有する発光装置を表示部として組み込むことで携帯電話機を完成できる。

【００８３】

図８（Ｃ）は、本発明を適用して作製したテレビ受像機であり、表示部５５３１、筐体５５３２、スピーカー５５３３などによって構成されている。本発明の発光素子を有する発光装置を表示部として組み込むことでテレビ受像機を完成できる。

【００８４】

以上のように本発明の発光装置は、各種電子機器の表示部として用いるのに非常に適している。

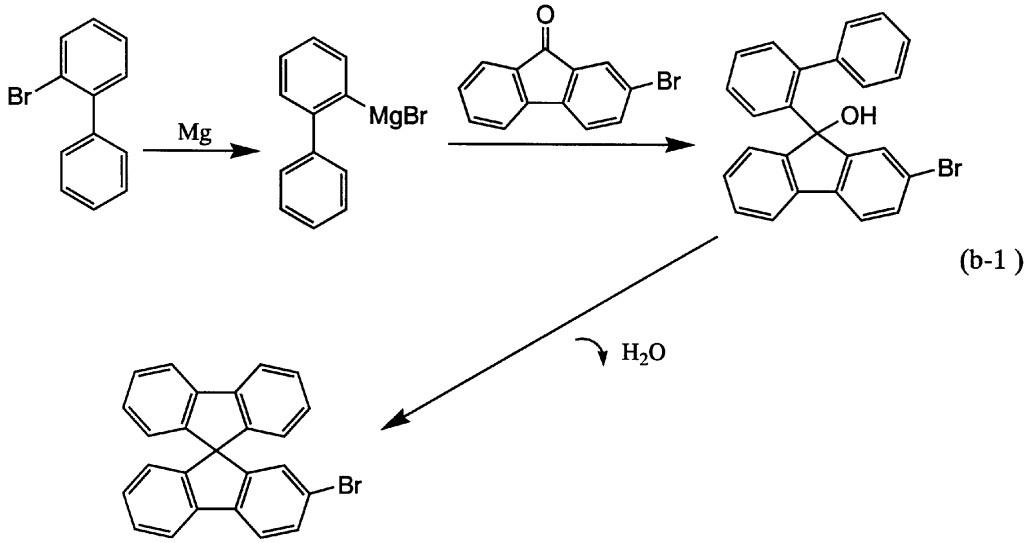
【００８５】

なお、本形態では、以上に述べた電子機器の他、カーナビゲイション装置、或いは照明機器等に本発明の発光素子を有する発光装置を実装しても構わない。

【実施例１】

【００８６】
（合成例１）
構造式（２）で表されるベンジジン誘導体の合成方法について説明する。
【００８７】
［ステップ１］
２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンの合成方法について説明する。
【００８８】
１００ｍｌの三口フラスコに、マグネシウム１．２６ｇ（０．０５２ｍｏｌ）を入れ、系内を真空下にし、３０分加熱撹拌し、活性化した。室温にさましてから系内を窒素気流下にし、ジエチルエーテル５ｍｌ、ジブロモエタン数滴を加え、ジエチルエーテル１５ｍｌ中に溶かした２－ブロモビフェニル１１．６５ｇ（０．０５０ｍｏｌ）をゆっくり滴下し、滴下終了後３時間還流してグリニヤール試薬とした。２００ｍｌ三口フラスコに２－ブロモフルオレノン１１．７ｇ（０．０４５ｍｏｌ）、ジエチルエーテル４０ｍｌを入れた。この反応溶液に合成したグリニヤール試薬をゆっくり滴下し、滴下終了後２時間還流し、さらに室温で一晩撹拌した。反応終了後、反応溶液を飽和塩化アンモニア水溶液で２回洗浄し、水層を酢酸エチルで２回抽出し、有機層とあわせて飽和食塩水で洗浄した。硫酸マグネシウムにより乾燥後、吸引濾過、濃縮し、固体状の９－（２－ビフェニリル）－２－ブロモ－９－フルオレノールを１８．７６ｇ、収率９０％で得た。
【００８９】
次に、２００ｍｌの三口フラスコに、合成した９－（２－ビフェニリル）－２－ブロモ－９－フルオレノール１８．７６ｇ（０．０４５ｍｏｌ）、氷酢酸１００ｍｌを入れ、濃塩酸数滴を加え２時間還流した。反応終了後、吸引濾過により析出物を回収し、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液および水で濾過洗浄した。得られた褐色固体をエタノールで再結晶したところ淡褐色粉末状固体を１０．２４ｇ、収率５７％で得た。核磁気共鳴法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）によって、この淡褐色粉末状固体が２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンであることを確認した。
【００９０】
この化合物の^{1}Ｈ－ＮＭＲを次に示す。
^{1}Ｈ－ＮＭＲ（３００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_{3}$）δｐｐｍ：７．８６－７．７９（ｍ，３Ｈ），７．７０（ｄ，１Ｈ，Ｊ=８．４　Ｈｚ），７．４７－７．５０（ｍ，１Ｈ），７．４１－７．３４（ｍ，３Ｈ），７．１２（ｔ，３Ｈ，Ｊ=７．７Ｈｚ），６．８５（ｄ，１Ｈ，Ｊ=２．１Ｈｚ），６．７４－６．７０（ｍ，３Ｈ）
【００９１】
また、以上に説明した合成方法の合成スキーム（ｂ－１）を次に示す。
【００９２】

【化０７】



【００９３】

［ステップ２］

Ｎ，Ｎ’－ビス（スピロ－９，９’－ビフルオレン－２－イル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジン（略称：ＢＳＰＢ）の合成方法について説明する。

【００９４】

１００ｍｌの三口フラスコに、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジン１．００ｇ（０．００３０ｍｏｌ）、ステップ１の合成方法によって合成した２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレン２．４９ｇ（０．００６２ｍｏｌ）、ビスジベンジリデンアセトンパラジウム１７０ｍｇ（０．３０ｍｍｏｌ）、ｔｅｒｔ－ブトキシナトリウム　１．０８ｇ（０．０１１ｍｏｌ）を入れ、系内を窒素気流下にした後、脱水トルエン２０ｍｌと、トリ－ｔｅｒｔ－ブチルホスフィン１０％ヘキサン溶液０．６ｍｌを加え、８０℃で６時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を室温まで冷ましてから水を加え、析出した固体を吸引ろ過により回収し、ジクロロメタンで洗浄した。得られた白色固体をアルミナカラムクロマトグラフィー（クロロホルム）により精製し、ジクロロメタンで再結晶したところ、白色粉末状固体を２．６６ｇ、収率９３％で得た。

【００９５】

得られた白色粉末状固体を核磁気共鳴法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）によって分析したところ、次のような結果が得られ、構造式（２）で表されるベンジジン誘導体であることが確認できた。また、^{1}Ｈ－ＮＭＲのチャートを図１５に示す。

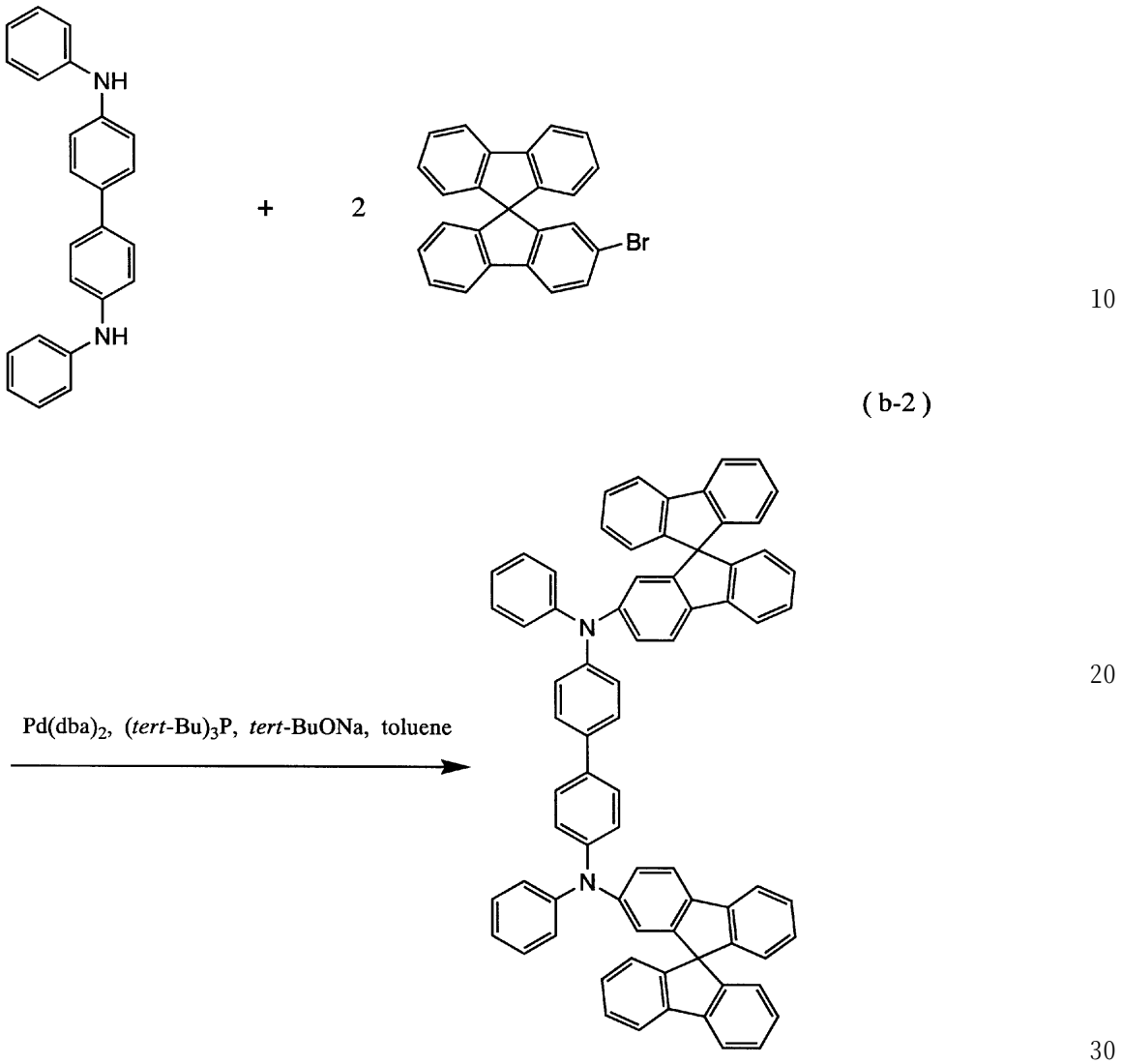
^{1}Ｈ－ＮＭＲ　（３００ＭＨｚ，ＤＭＳＯ－ｄ$_6$）　δｐｐｍ：７．９３－７．８９（ｍ，８Ｈ），７．３９－７．３３（ｍ，１０Ｈ），７．１９－７．１４　（ｍ，８Ｈ），７．０９－６．９６（ｍ，６Ｈ），６．８９－６．８４（ｍ，８Ｈ），６．６９（ｄ，４Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），６．５４（ｄ，２Ｈ，Ｊ＝７．８Ｈｚ），６．２５（ｄ，２Ｈ，Ｊ＝２．４Ｈｚ）

【００９６】

以上に説明した合成方法の合成スキーム（ｂ－２）を次に示す。このように、本発明の化合物は、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルベンジジンと２－ブロモ－スピロ－９，９’－ビフルオレンのカップリング反応によって合成することができる。

【００９７】

【化０８】



【００９８】

また、得られた化合物のガラス転移温度、結晶化温度、融点について、示差走査熱量分析装置（ＤＳＣ：Ｄｉｆｆｅｒｅｎｔｉａｌ　Ｓｃａｎｎｉｎｇ　Ｃａｌｏｒｉｍｅｔｒｙ、パーキンエルマー製、型番：Ｐｙｒｉｓ１　ＤＳＣ）を用いて調べた。ここでＤＳＣによる測定は、次のような手順で行った。先ず、４０℃／分の昇温速度で４５０℃まで試料（得られた化合物）を加熱した後、４０℃／分の昇温速度で試料を冷却して試料をガラス状態にした。そして、ガラス状態になった試料を、１０℃／分の昇温速度で加熱し、図９に示すような測定結果を得た。図９において、横軸は温度（℃）、縦軸は熱流（上向が吸熱）（ｍＷ）を表す。測定結果から、得られた化合物のガラス転移温度は１７２℃、結晶化温度は２６８℃であることが分かった。また、３１２℃における接線と、３２７℃～３２８℃における接線との交点から、融点は３２３℃～３２４℃であることが分かった。このように、得られた化合物は、１７２℃という高いガラス転移温度を示し、良好な耐熱性を有するものである。また、図９において、得られた化合物の結晶化を表すピークはブロードなものであり、得られた化合物は結晶化し難い物質であることが分かった。

【００９９】

また、得られた化合物を蒸着法によって成膜し、薄膜状態における当該化合物のイオン化ポテンシャルを、光電子分光装置（理研計器社製、ＡＣ－２）を用いて測定したところ、－５．３ｅＶであった。また、薄膜状態における当該化合物の吸収スペクトルを、ＵＶ・可視光分光光度計（日本分光社製、Ｖ－５５０）を用いて測定し、吸収スペクトルの長

波長側の吸収端の波長をエネルギーギャップとし、ＬＵＭＯ準位を求めたところ、ＬＵＭＯ準位は－２．５ｅＶであった。ここで、図１０には、得られた化合物の薄膜状態における吸収スペクトルを示す。図１０において、縦軸は吸光度（単位無し）、横軸は波長（ｎｍ）である。また、図１１に、得られた化合物の薄膜状態における発光スペクトルを示す。図１１において、縦軸は発光強度（任意単位）、横軸は波長（ｎｍ）である。

【０１００】

なお、得られた化合物４．７４ｇを１４Ｐａ、３５０℃の条件で２４時間昇華精製したところ、３．４９ｇを回収でき、回収率は７４％であった。

【実施例２】

【０１０１】

合成例１のステップ２に記載の合成によって得られたガラス転移温度が１７２℃の化合物（以後、ＢＳＰＢと記す。なお、構造式（２）で表される化合物であることが核磁気共鳴法による測定により確認されている。）を用いて作製した発光素子について図２を用いて説明する。

【０１０２】

ガラス基板７０１上に、シリコンを含有したインジウム錫酸化物を、スパッタリング法によって成膜し、第１の電極７０２を形成した。なお、膜厚は１１０ｎｍとなるようにした。

【０１０３】

次に、第１の電極７０２の上に、ＤＮＴＰＤを、真空蒸着法によって成膜し、ＤＮＴＰＤから成る第１の層７０３を形成した。なお、膜厚は５０ｎｍとなるようにした。

【０１０４】

次に、ＤＮＴＰＤから成る第１の層７０３上に、ＢＳＰＢを、真空蒸着法によって成膜し、ＢＳＰＢから成る第２の層７０４を形成した。なお、膜厚は１０ｎｍとなるようにした。

【０１０５】

次にＢＳＰＢから成る第２の層７０４の上に、Alq_3とクマリン６とを、共蒸着法によって成膜し、Alq_3とクマリン６とを含む第３の層７０５を形成した。なお、クマリン６は、Alq_3に対し０．５質量％含まれるようにした。これによって、クマリン６はAlq_3の中に分散された状態となる。また、膜厚は、３７．５ｎｍとなるようにした。なお、共蒸着法とは、複数の蒸発源から同時に蒸着を行う蒸着法である。

【０１０６】

次に、Alq_3とクマリン６とを含む第３の層７０５の上に、Alq_3を、真空蒸着法によって成膜し、Alq_3から成る第４の層７０６を形成した。なお、膜厚は３７．５ｎｍと成るようにした。

【０１０７】

次に、Alq_3から成る第４の層７０６の上に、弗化カルシウムを、真空蒸着法によって成膜し、弗化カルシウムから成る第５の層７０７を形成した。なお、膜厚は１ｎｍとなるようにした。

【０１０８】

次に、弗化カルシウムから成る第５の層７０７の上に、アルミニウムを、真空蒸着法によって成膜し、第２の電極７０８を形成した。

【０１０９】

以上のようにして作製した発光素子において第１の電極７０２と第２の電極７０８とに電圧を印加して電流を流すと、クマリン６が発光する。このとき、第１の電極７０２は陽極として、第２の電極７０８は陰極として機能する。また、ＤＮＴＰＤから成る層７０３は正孔注入層として、ＢＳＰＢから成る層７０４は正孔輸送層として、Alq_3とクマリン６とを含む層７０５は発光層として、Alq_3から成る層７０６は電子輸送層として、弗化カルシウムから成る層７０７は電子注入層として機能する。

【０１１０】

本実施例の発光素子の図１２に電流密度－輝度特性を、図１３に電圧－輝度特性を、図１４に輝度－電流効率特性を示す。なお、図１２において、横軸は電流密度を、縦軸は輝度を表す。また、図１３において、横軸は電圧を、縦軸は輝度を表す。また、図１４において、横軸は輝度を、縦軸は電流効率を表す。

【０１１１】

また、本実施例の発光素子の発光スペクトルは、５１０ｎｍにピークを有するものであり、ＣＩＥ色度座標は（ｘ，ｙ）＝（０．２５，０．６６）であった。

【０１１２】

以上の結果からも分かるように、本実施例の発光素子は、クマリン６に由来した発光を良好に得ることが出来るものである。これは、発光層として機能する層７０５から本発明のベンジジン誘導体から成る層への励起エネルギーの移動が生じず、本発明のベンジジン誘導体から成る層が、正孔輸送層として良好に機能した結果であると考えられる。このように、本発明のベンジジン誘導体は、正孔輸送材料として用いるのに適している。

【図面の簡単な説明】

【０１１３】

【図１】本発明の発光素子の一態様について説明する図。
【図２】本発明の発光素子について説明する図。
【図３】本発明を適用した発光装置について説明する図。
【図４】本発明を適用した発光装置に含まれる回路について説明する図。
【図５】本発明を適用した発光装置の上面図。
【図６】本発明を適用した発光装置のフレーム動作について説明する図。
【図７】本発明を適用した発光装置の断面図。
【図８】本発明を適用した電子機器の図。
【図９】本発明のベンジジン誘導体を示差走査熱量分析した測定結果の図。
【図１０】本発明のベンジジン誘導体の吸収スペクトルの図。
【図１１】本発明のベンジジン誘導体の発光スペクトルの図。
【図１２】本発明のベンジジン誘導体用いた発光素子の電流密度－輝度特性の図。
【図１３】本発明のベンジジン誘導体用いた発光素子の電圧－輝度特性の図。
【図１４】本発明のベンジジン誘導体用いた発光素子の輝度－電流効率特性の図。
【図１５】合成例１のステップ２において合成された白色粉末状固体について核磁気共鳴法により分析した結果を示す図。

【符号の説明】

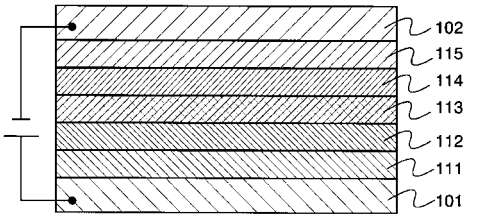
【０１１４】

１０１　第１の電極
１０２　第２の電極
１１３　発光層
１１２　正孔輸送層
１１４　電子輸送層
１１１　正孔注入層
１１５　電子注入層
１１４　電子輸送層
６５００　基板
６５０３　ＦＰＣ
６５０４　プリント配線基盤（ＰＷＢ）
６５１１　画素部
６５１２　ソース信号線駆動回路
６５１３　書込用ゲート信号線駆動回路
６５１４　消去用ゲート信号線駆動回路
９０１　第１のトランジスタ
９０２　第２のトランジスタ

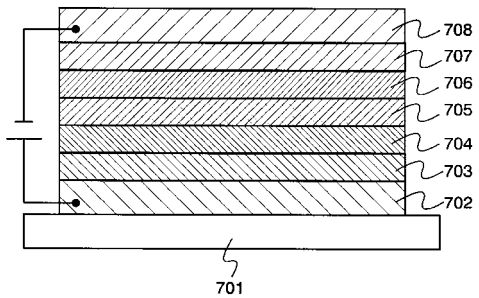
９０３　発光素子
９１１　ゲート信号線
９１２　ソース信号線
９１３　書込用ゲート信号線駆動回路
９１４　消去用ゲート信号線駆動回路
９１５　ソース信号線駆動回路
９１６　電源９１７　電流供給線
９１８　スイッチ
９１９　スイッチ
９２０　スイッチ
１００１　第１のトランジスタ
１００２　第２のトランジスタ
１００３　ゲート信号線
１００４　ソース信号線
１００５　電流供給線
１００６　電極
５０１　サブフレーム
５０２　サブフレーム
５０３　サブフレーム
５０４　サブフレーム
５０１ａ　書き込み期間
５０１ｂ　保持期間
５０２ａ　書き込み期間
５０２ｂ　保持期間
５０３ａ　書き込み期間
５０３ｂ　保持期間
５０４ａ　書き込み期間
５０４ｂ　保持期間
５０４ｃ　消去期間
５０４ｄ　非発光期間
１０　基板
１１　トランジスタ
１２　発光素子
１３　第１の電極
１４　第２の電極
１５　発光層
１６　第１層間絶縁膜
１６ａ　第１層間絶縁膜
１６ｂ　第１層間絶縁膜
１６ｃ　第１層間絶縁膜
１７　配線
１８　隔壁層
１９　第２層間絶縁膜
１９ａ　第２層間絶縁膜
１９ｂ　第２層間絶縁膜
５５２１　本体
５５２２　筐体
５５２３　表示部
５５２４　キーボード
５５５１　表示部

５５５２　本体
５５５３　アンテナ
５５５４　音声出力部
５５５５　音声入力部
５５５６　操作スイッチ
５５３１　表示部
５５３２　筐体
５５３３　スピーカー
７０１　基板
７０２　第１の電極
７０３　第１の層
７０４　第２の層
７０５　第３の層
７０６　第４の層
７０７　第５の層
７０８　第２の電極

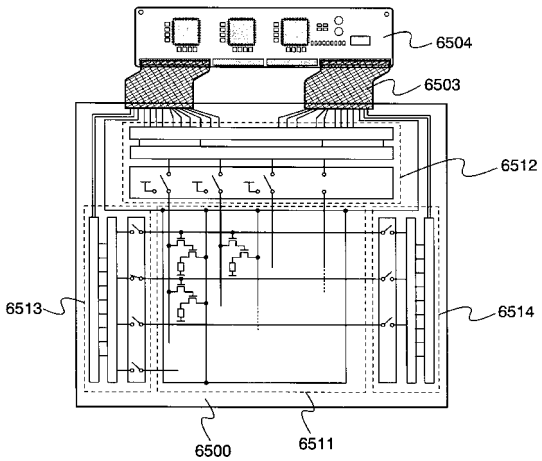
【図１】



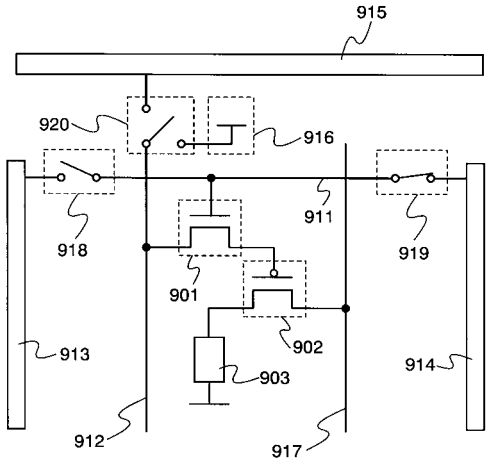
【図２】



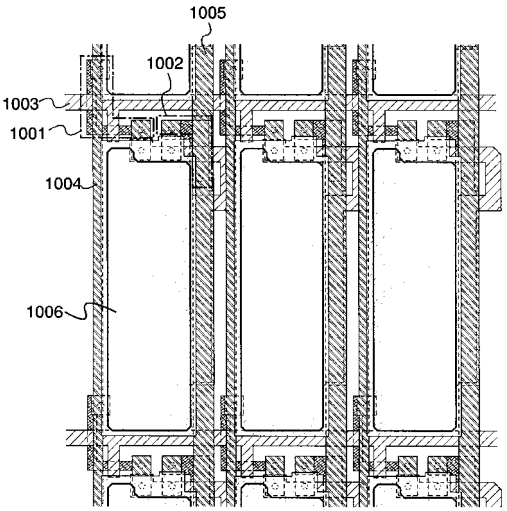
【図３】



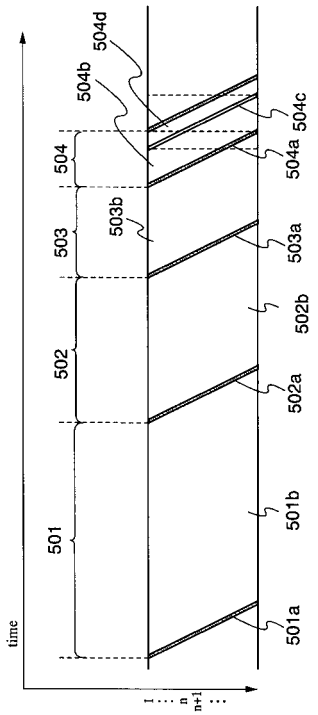
【図４】


915
920
916
911
918
919
901
902
913
903
914
912
917

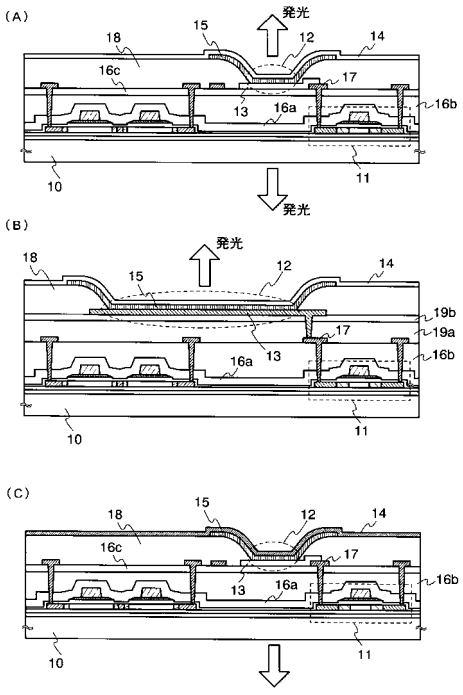
【図５】


1005
1002
1003
1001
1004
1006

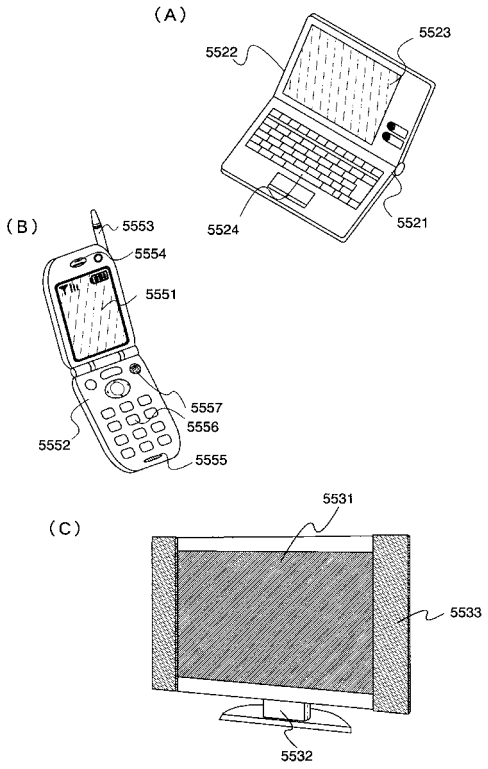
【図６】


504d
504b
504c
504a
504
503b
503a
503
502b
502
502a
501b
501
501a
time
1
n
n+1

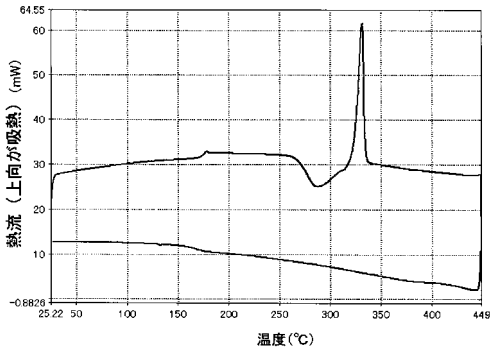
【図７】


(A)
発光
18
15
12
14
16c
17
13
16a
16b
10
11
発光
(B)
発光
18
15
12
14
19b
19a
17
16a
13
16b
10
11
(C)
18
15
12
14
16c
17
13
16a
16b
10
11

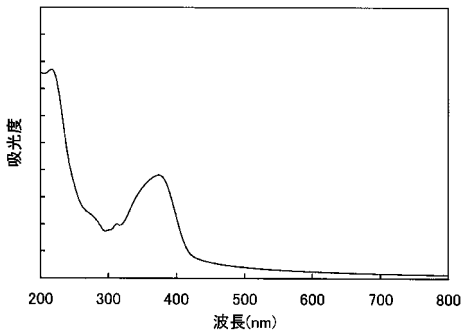
【図８】



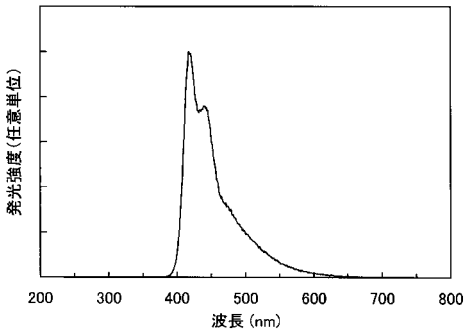
【図９】



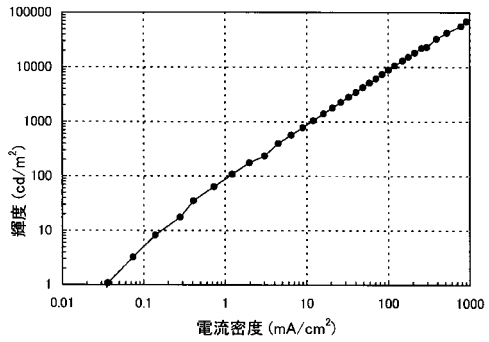
【図１０】



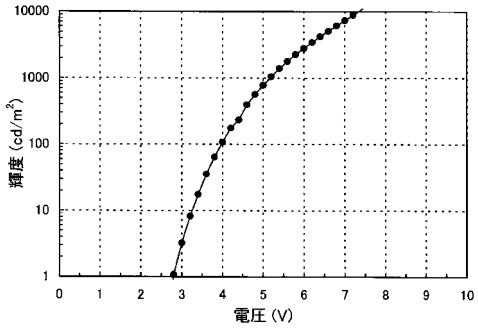
【図１１】



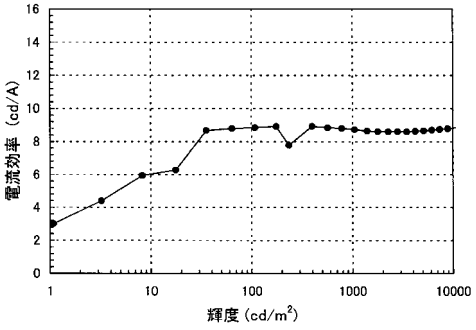
【図１２】



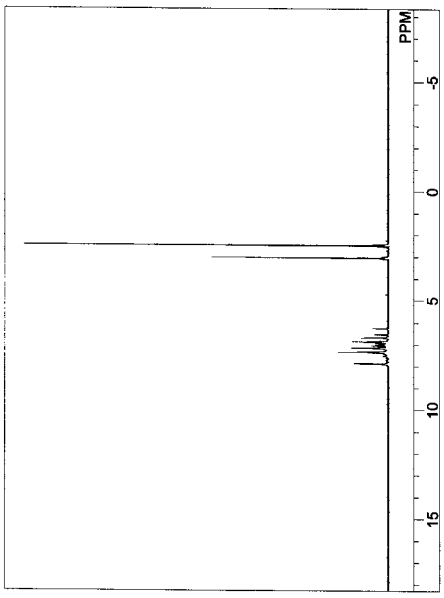
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２００４／０４１７７４（WO，Ａ１）
国際公開第２００３／０４８２２５（WO，Ａ１）
国際公開第２００４／０２０３７３（WO，Ａ１）
Yun-Hi Kim et al., Novel Blue Emitting Material with High Color Purity, Adv. Mater.,
２００１年, Vol.13, No.22, p.1690-1693

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０７Ｃ ２１１／６１
Ｃ０９Ｋ １１／０６
Ｈ０１Ｌ ５１／５０
ＣＡｐｌｕｓ（ＳＴＮ）
ＲＥＧＩＳＴＲＹ（ＳＴＮ）