

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4401665号  
(P4401665)

(45) 発行日 平成22年1月20日(2010.1.20)

(24) 登録日 平成21年11月6日(2009.11.6)

(51) Int.Cl.

H01L 51/50 (2006.01)  
C09K 11/06 (2006.01)

F 1

H05B 33/14 B  
C09K 11/06 650  
C09K 11/06 655

請求項の数 1 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2003-77875 (P2003-77875)  
 (22) 出願日 平成15年3月20日 (2003.3.20)  
 (65) 公開番号 特開2004-288439 (P2004-288439A)  
 (43) 公開日 平成16年10月14日 (2004.10.14)  
 審査請求日 平成18年3月17日 (2006.3.17)

(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 濑尾 哲史  
 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  
 (72) 発明者 山崎 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

審査官 木村 伸也

最終頁に続く

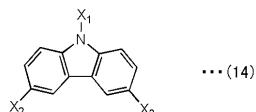
(54) 【発明の名称】電界発光素子

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

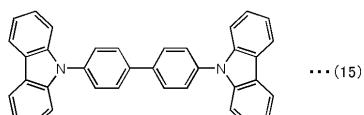
一対の電極間に下記一般式(14)で示される骨格をそれぞれ分子内に有するホスト材料およびゲスト材料を含むことを特徴とする電界発光素子。

## 【化 1】



(式中、X<sub>1</sub> ~ X<sub>3</sub> はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1~6のアルキル基、アルコキシ基、アシリル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。ただし、下記構造式(15)で示される前記ホスト材料と下記構造式(16)で示されるゲスト材料との組合せである場合を除く。)

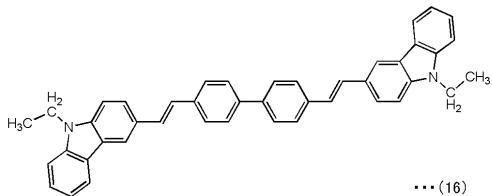
## 【化 2】



10

20

## 【化3】



## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、電界発光素子に関し、詳しくは、電界発光層の一部にホスト材料とゲスト材料とを含む電界発光素子に関する。 10

## 【0002】

## 【従来の技術】

電界発光素子は、一対の電極（陽極と陰極）間に電界発光層を挟んでなり、その発光機構は、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、電界発光層において再結合することにより電界発光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。 20

## 【0003】

電界発光層は、発光性材料からなる発光層のみの単層構造の場合もあるが、発光層だけではなく、複数の機能性材料からなる正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層などが積層形成される場合もある。なお、発光層においては、ホスト材料にゲスト材料をドーピングすることにより、発光の色調を適宜変えることが可能である。また、ホスト材料とゲスト材料との組み合わせによっては、発光の輝度と寿命を向上させる可能性を有している。 30

## 【0004】

ホスト材料とゲスト材料を用いた電界発光素子では、例えば、ホスト材料としてトリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム（Alq<sub>3</sub>ともいう）を用い、ゲスト材料としてクマリン誘導体を用いた電界発光素子における量子効率の改善や、耐久性の向上が報告されている（例えば、特許文献1参照。）。 30

## 【0005】

また、ホスト材料とゲスト材料を有する電界発光素子において、特定の範囲内に発光スペクトルのピークを有するホスト材料を選択することにより、従来の電界発光素子に比べ、発光効率、耐久性、色純度特性等に優れた素子を提供することができるという報告がされている（例えば、特許文献2参照。）。 40

## 【0006】

## 【特許文献1】

特開2001-76876号公報

## 【0007】

## 【特許文献2】

特開2001-118683号公報

## 【0008】

しかし、このような電界発光素子も実用上、発光効率や輝度特性の点で、なお不十分であり、さらに、優れた素子特性を有する電界発光素子の開発が望まれている。 50

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明では、電界発光層の一部にホスト材料とゲスト材料を含む電界発光素子において、従来よりも発光効率や輝度特性等の素子特性に優れた電界発光素子を提供するこ

とを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、ホスト材料及びゲスト材料を含む電界発光素子において、ホスト材料及びゲスト材料に共通する骨格を有する材料を用いることにより、ホスト材料とゲスト材料間でのキャリアの輸送性が向上することを見出した。

【0011】

そこで、本発明では、一対の電極間に電界発光層を有する電界発光素子において、電界発光層に共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を用いることにより、電界発光素子の素子特性（発光効率や輝度特性等）を向上させることを特徴とする。

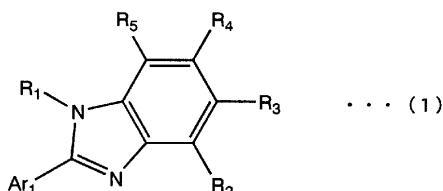
10

【0012】

すなわち、本発明における電界発光素子は、一対の電極間に下記一般式（1）、（9）、（14）で示される骨格をそれぞれ分子内に有するホスト材料およびゲスト材料を含むことを特徴とする電界発光素子である。

【0013】

【化15】



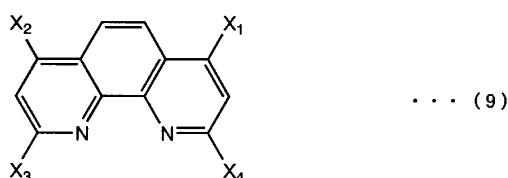
20

（式中、R1は水素原子、低級アルキル基、置換基を有しても良いアリール基、または、置換基を有しても良い複素環残基、R2～R5はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを表し、Ar1は、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基を示す。）

【0014】

30

【化16】

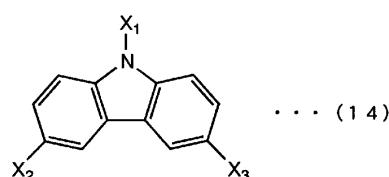


（式中、X1～X4はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。）

40

【0015】

【化17】



（式中、X1～X3はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、

50

低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

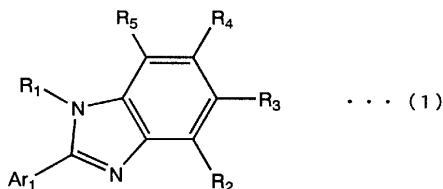
【0016】

【発明の実施の形態】

本発明における電界発光素子は、基本的には、一対の電極（陽極及び陰極）間に電界発光層として正孔輸送層、および発光層を挟持した素子構成であって、発光層には共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料（一般式（1）、（9）、（14）に示す）を含む。

【0017】

【化18】



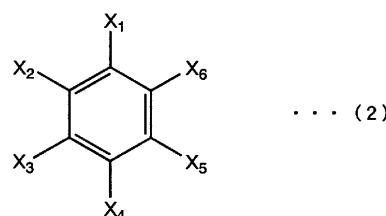
（式中、R1は水素原子、低級アルキル基、置換基を有してもよいアリール基、または、置換基を有してもよい複素環残基、R2～R5はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを表し、Ar1は、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基を示す。）

【0018】

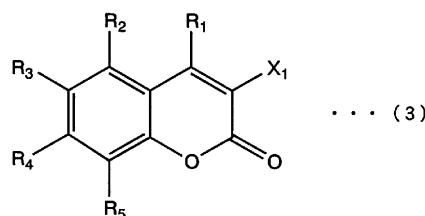
なお、本発明において一般式（1）に示すイミダゾール骨格を分子構造の一部に有する化合物を発光層に用いる場合には、発光層に含まれるホスト材料およびゲスト材料のいずれもが、このイミダゾール骨格を有する化合物である。具体的には、ホスト材料が、一般式（2）で示すベンゼン環を主骨格として有し、ゲスト材料が、一般式（3）で示すクマリン骨格を主骨格として有し、一般式（2）に示すホスト材料中の置換基X1～X6のうち1以上、および一般式（3）に示すゲスト材料中の置換基X1が、一般式（4）で示されるイミダゾール骨格を有する。

【0019】

【化19】



【化20】



（式中、R1は水素原子、低級アルキル基、置換基を有してもよいアリール基、または、

10

20

30

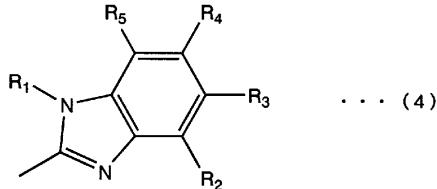
40

50

置換基を有しても良い複素環残基、R<sub>2</sub>～R<sub>5</sub>はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

【0020】

【化21】

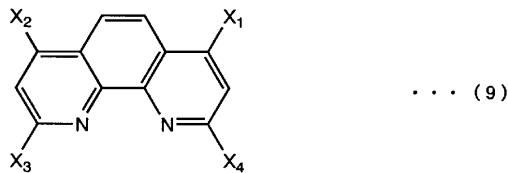


10

(式中、R<sub>1</sub>は水素原子、低級アルキル基、置換基を有しても良いアリール基、または、置換基を有しても良い複素環残基、R<sub>2</sub>～R<sub>5</sub>はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

【0021】

【化22】



20

(式中、X<sub>1</sub>～X<sub>4</sub>はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

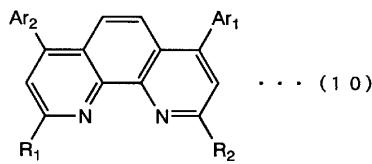
30

【0022】

なお、本発明において一般式(9)に示す構造を分子構造の一部に有する化合物を発光層に用いる場合には、発光層に含まれるホスト材料およびゲスト材料のいずれもが、この一般式(9)に示す構造を有する化合物(フェナントロリン誘導体)である。具体的には、ホスト材料は一般式(10)で示す化合物であり、ゲスト材料は一般式(11)で示す化合物である。

【0023】

【化23】



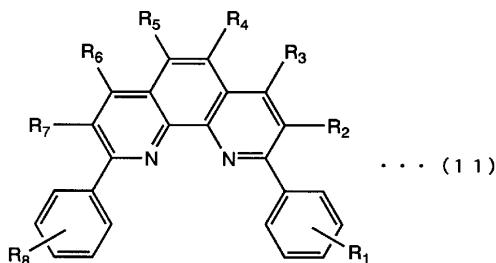
40

(式中、Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>は、それぞれ同一でも異なっていても良く、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基であり、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

50

【0024】

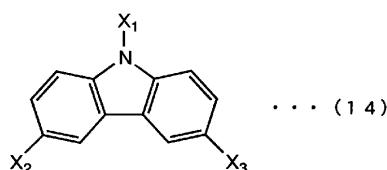
【化24】



(式中、R1～R8はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

【0025】

【化25】



(式中、X1～X3はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

【0026】

なお、本発明において一般式(14)に示す構造を分子構造の一部に有する化合物を発光層に用いる場合には、発光層に含まれるホスト材料およびゲスト材料のいずれもが、一般式(14)に示す構造を有する化合物(カルバゾール誘導体)である。

【0027】

なお、上記一般式(1)～(4)、(9)～(11)、(14)における低級アルキル基としては、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、ヘキシル基などがあり、炭素数が1～6のものが好ましい。また、トリフルオロメチル基のようなハロゲン化アルキル基や、シクロヘキシル基のようなシクロアルキル基であってもよい。

【0028】

また、アルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、n-プロポキシ基、イソプロポキシ基、n-ブトキシ基、sec-ブトキシ基、tert-ブトキシ基、ヘキソキシ基などがあり、炭素数が1～6のものが好ましい。アシル基としては、アセチル基などが可能である。

【0029】

ジアルキルアミノ基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基などがあり、アルキル鎖の炭素数が1～4のものが好ましい。ジアリールアミノ基としては、ジフェニルアミノ基、ビス( - ナフチル)アミノ基などがあり、ビス(m-トリル)アミノ基のような置換アリールアミノ基であってもよい。

【0030】

また、ビニル基としては、ジフェニルビニル基のような置換基を有するビニル基であってもよい。アリール基としては、フェニル基、ナフチル基などの無置換アリール基の他、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、キシリル基、メトキシフェニル基、エトキシ

40  
50

フェニル基、フルオロフェニル基などの置換アリール基であってもよい。さらに、複素環残基としては、ピリジル基、フリル基、チエニル基などがある。

【0031】

また、本発明の電界発光層において、共通する骨格を有するホスト材料およびゲスト材料からなる発光層以外の層に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。さらに、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めることもできる。

【0032】

なお、本発明においては、陽極 / 発光層 / 陰極、陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極、陽極 / 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 / 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 / 電子注入層 / 陰極、陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / ホールブロッキング層 / 電子輸送層 / 陰極、陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / ホールブロッキング層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極等の構成を有する電界発光素子の発光層に共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を用いることを特徴とする。

【0033】

以下に、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

【0034】

(実施の形態1)

本実施の形態1では、発光層に共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を用いる場合における電界発光素子の素子構成について図1を用いて説明する。

【0035】

図1では、基板100上に第1の電極101が形成され、第1の電極101上に電界発光層102が形成され、その上に第2の電極103が形成された構造を有する。

【0036】

なお、ここで基板100に用いる材料としては、従来の電界発光素子に用いられているものであれば良く、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。

【0037】

また、本実施の形態1における第1の電極101は陽極として機能し、第2の電極103は陰極として機能する。

【0038】

すなわち第1の電極101は陽極材料で形成され、ここで用いることのできる陽極材料としては、仕事関数の大きい(仕事関数4.0eV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い。なお、陽極材料の具体例としては、ITO(indium tin oxide)、酸化インジウムに2~20[%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したIZO(indium zinc oxide)の他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンクステン(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。

【0039】

一方、第2の電極103の形成に用いられる陰極材料としては、仕事関数の小さい(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、元素周期律の1族または2族に属する元素、すなわちLiやCs等のアルカリ金属、およびMg、Ca、Sr等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金(Mg:Ag、Al:Li)や化合物(LiF、CsF、CaF<sub>2</sub>)の他、希土類金属を含む遷移金属を用いて形成することができるが、Al、Ag、ITO等の金属(合金を含む)との積層により形成することもできる。

【0040】

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

10

20

30

40

50

することにより、それぞれ第1の電極101及び第2の電極103を形成する。膜厚は、10~500nmとするのが好ましい。

【0041】

また、本発明の電界発光素子において、電界発光層におけるキャリアの再結合により生じる光は、第1の電極101または第2の電極103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、第1の電極101から光を出射させる場合には、第1の電極101を透光性の材料で形成することとし、第2の電極103側から光を出射させる場合には、第2の電極103を透光性の材料で形成することとする。

【0042】

また、電界発光層102は複数の層を積層することにより形成されるが、本実施の形態1では、正孔輸送層111、および発光層112を積層することにより形成される。

【0043】

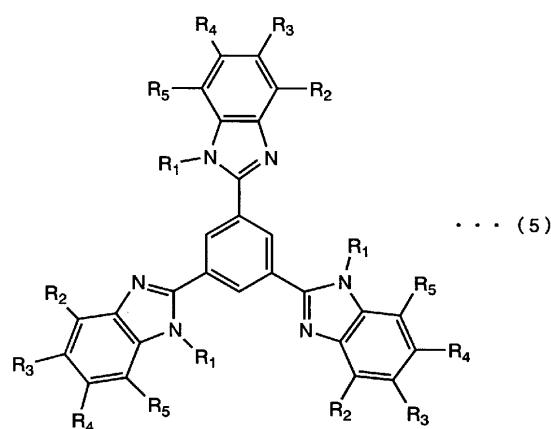
なお、この場合において正孔輸送層111を形成する場合に用いる正孔輸送性材料としては、芳香族アミン系（すなわち、ベンゼン環・窒素の結合を有するもの）の化合物が好適である。広く用いられている材料として、例えば、先に述べたTPDの他、その誘導体である4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル（以下、-NPDと示す）や、4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニル-アミノ)-トリフェニルアミン（以下、TDATAと示す）、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニル-アミノ]-トリフェニルアミン（以下、MTDATAと示す）等のスターバースト型芳香族アミン化合物が挙げられる。

【0044】

さらに、発光層112を形成する材料としては、先に一般式(1)、(9)、(14)で示したいずれかの共通骨格を有するホスト材料とゲスト材料であって、例えば、一般式(5)に示すホスト材料と一般式(6)に示すゲスト材料との組み合わせ、好ましくは、一般式(7)に示すホスト材料と一般式(8)に示すゲスト材料との組み合わせ、一般式(12)に示すホスト材料と一般式(13)に示すゲスト材料との組み合わせ等を用いることができる。

【0045】

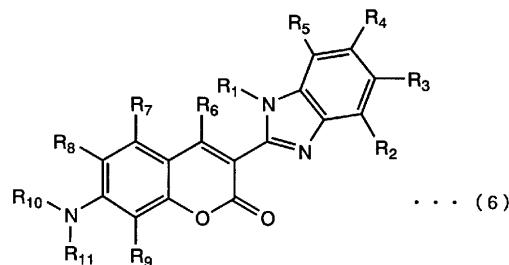
【化26】



（式中、R1は水素原子、低級アルキル基、置換基を有しても良いアリール基、または、置換基を有しても良い複素環残基、R2~R5はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。）

【0046】

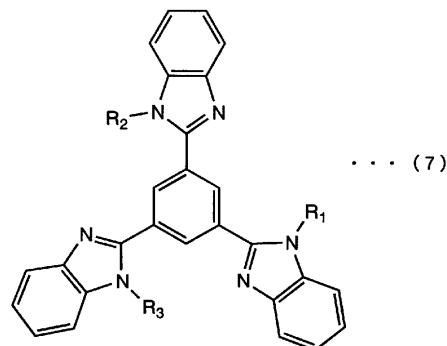
【化27】



(式中、R1は水素原子、低級アルキル基、置換基を有しても良いアリール基、または、置換基を有しても良い複素環残基、R2～R9はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、R10とR11は水素原子、低級アルキル基、置換基を有しても良いアリール基、または置換基を有しても良い複素環残基のいずれかを示す。また、R8とR10、R9とR11は、互いに結合し、置換または無置換の飽和六員環を形成しても良い。)

【0047】

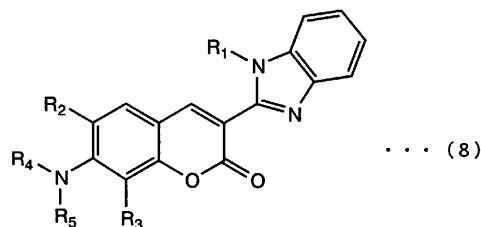
【化28】



(式中、R1～R3はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、アルキル基、またはアリール基のいずれかを示す。)

【0048】

【化29】



(式中、R1は、水素原子、低級アルキル基、アリール基、または複素環残基であり、R2、R3はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、低級アルキル基であり、R4、R5はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、低級アルキル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。また、R2とR4、R3とR5は互いに結合し、置換または無置換の飽和六員環を形成しても良い。)

【0049】

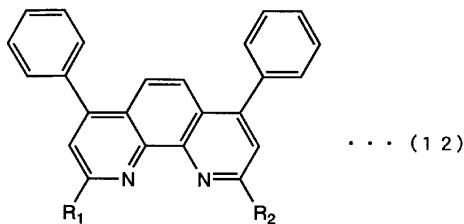
【化30】

10

20

30

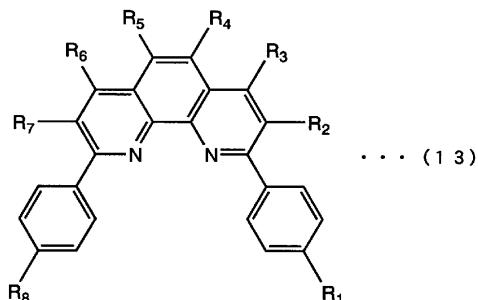
40



(式中、R1、R2はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

【0050】

【化31】



(式中、R1～R8はそれぞれ同一でも異なっていても良く、水素原子、ハロゲン原子、低級アルキル基、アルコキシ基、アシル基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、置換基を有してもよいビニル基、置換基を有してもよいアリール基、または置換基を有してもよい複素環残基、のいずれかを示す。)

【0051】

(実施の形態2)

本実施の形態2では、電界発光層における積層構造が実施の形態1と異なる構造を有する場合における電界発光素子の素子構造について図2を用いて説明する。

【0052】

なお、基板、第1の電極、第2の電極については、実施の形態1と同様の材料を用いて、同様にして形成することができるため、同じ符号を用いることとし、説明を省略する。

【0053】

本実施の形態2における電界発光層202は、正孔輸送層211、発光層212、および電子輸送層213からなる積層構造を有している。

【0054】

なお、正孔輸送層211に用いる材料は、実施の形態1において示した正孔輸送層111に用いる材料と同じ材料を用いることができるので、説明は省略する。

【0055】

また、発光層212に用いる材料も実施の形態1において示した発光層112に用いる材料と同じ材料を用いることができるので説明は省略する。

【0056】

さらに、電子輸送層213を形成する場合の電子輸送性材料としては、Alq<sub>3</sub>、Alm<sub>q</sub><sub>3</sub>、BeBq<sub>2</sub>等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BA1q<sub>2</sub>等が好適である。また、Zn(BOX)<sub>2</sub>、Zn(BTZ)<sub>2</sub>等のオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体もある。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

10

20

30

40

50

と示す)等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-ビフェニリル)-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-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(以下、p-EtTAZと示す)等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)等のフェナントロリン誘導体を用いることができる。

## 【0057】

(実施の形態3)

本実施の形態3では、電界発光層における積層構造が実施の形態1や実施の形態2と異なる構造を有する場合における電界発光素子の素子構造について図3を用いて説明する。

10

## 【0058】

なお、基板、第1の電極、第2の電極については、実施の形態1と同様の材料を用いて、同様にして形成することができるため、同じ符号を用いることとし、説明を省略する。

## 【0059】

本実施の形態3における電界発光層202は、発光層311のみからなる単層構造を有している。

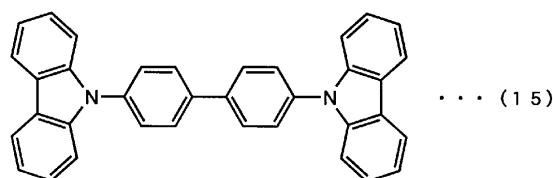
## 【0060】

なお、本実施の形態3の場合における発光層311は、先に一般式(14)で示す共通の骨格を有するホスト材料およびゲスト材料を用いて形成することができ、好ましくは、下記構造式(15)で示されるホスト材料と、下記構造式(16)で示されるゲスト材料を用いて形成することができる。

20

## 【0061】

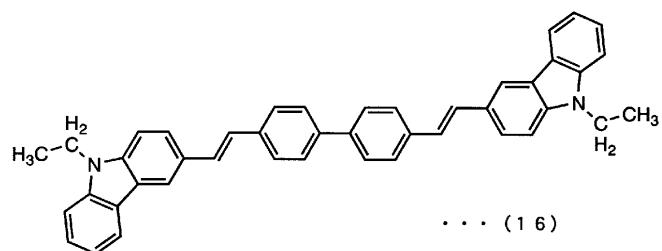
【化32】



## 【0062】

30

【化33】



## 【0063】

40

本実施の形態3においては、電界発光層302が発光層311のみから形成されるため、発光層311に用いる材料としては、上述したような正孔輸送性および電子輸送性の両方を有するホスト材料およびゲスト材料を用いるのが好ましい。

## 【0064】

なお、本実施の形態1～3において示した電界発光層の構造は、上述した構造に限られることは無く、適宜、正孔注入層、正孔阻止層(ホールブロッキング層)等を組み合わせることもできる。

## 【0065】

この場合において、正孔注入層を形成する場合に用いる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、H<sub>2</sub>-Pc)

50

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)や、ポリアニリン、ポリビニルカルバゾール(以下、PVKと示す)等を用いることもできる。

【0066】

また、正孔阻止層を形成する場合に用いる正孔阻止性の材料としては、1,3,4-オキサジアゾール誘導体である(2-(4-ビフェニリル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(以下、「PBD」と示す)、バソキュプロイン(以下、「BCP」と示す)、バソフェナントロリンまたは1,2,4-トリアゾール誘導体である5-(4-ビフェニリル)-3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-1,2,4-トリアゾール(以下、「TAZ」と示す)等を用いることができる。

【0067】

【実施例】

以下に、本発明の実施例について説明する。

(実施例1)

本実施例では、共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を発光層に用いて電界発光素子を作製する場合であって、電界発光層が、少なくとも正孔輸送層、および発光層を有する実施の形態1に示す構造を有する場合について図4を用いて説明する。

【0068】

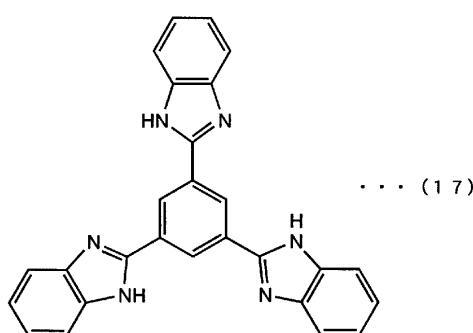
まず、基板400上に電界発光素子の第1の電極401が形成される。なお、本実施例では、第1の電極401は陽極として機能する。材料として透明導電膜であるITOを用い、スパッタリング法により110nmの膜厚で形成する。

【0069】

次に、第1の電極(陽極)401上に電界発光層402が形成される。なお、本実施例では、電界発光層402が正孔注入層411、正孔輸送層412、発光層413からなる積層構造を有し、発光層413には、上述した一般式(1)に示す共通骨格を有するホスト材料、およびゲスト材料として、下記構造式(17)に示すホスト材料と、下記構造式(18)に示すゲスト材料とを用いる。

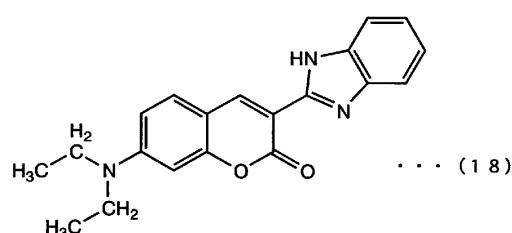
【0070】

【化34】



【0071】

【化35】



10

20

30

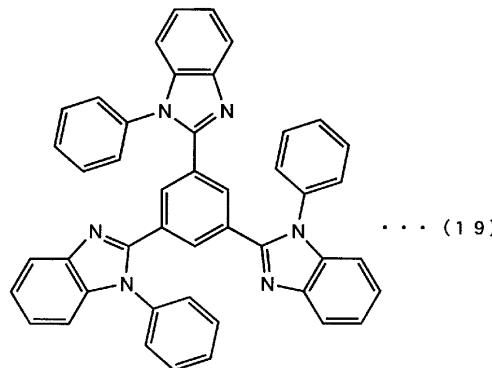
40

50

なお、構造式(17)に示すホスト材料の他に、下記構造式(19)に示す化合物を用いることができる。

【0072】

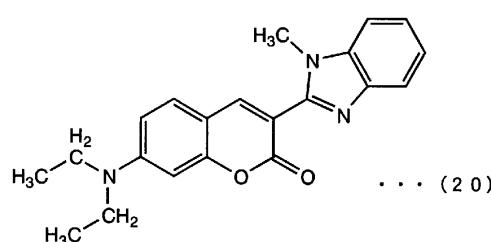
【化36】



また、構造式(18)に示すゲスト材料の他に、下記構造式(20)～(22)に示す化合物を用いることができる。

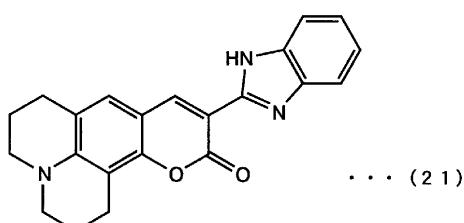
【0073】

【化37】



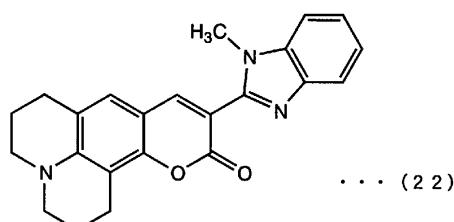
【0074】

【化38】



【0075】

【化39】



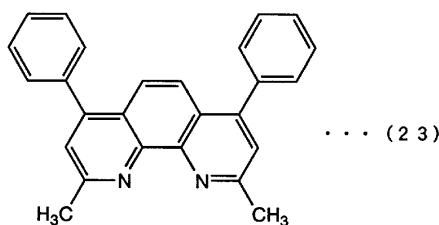
【0076】

その他にも発光層413には、上述した一般式(9)に示す共通骨格を有するホスト材料、およびゲスト材料として、下記構造式(23)に示すホスト材料と、下記構造式(24)に示すゲスト材料とを用いることができる。

【0077】

【化40】

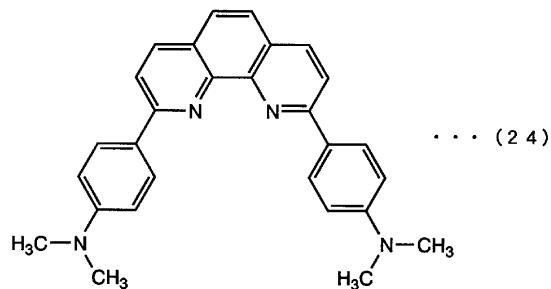
50



【0078】

【化41】

10

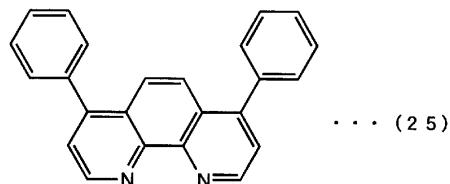


なお、構造式(23)に示すホスト材料の他に、下記構造式(25)に示す化合物を用いることができる。

20

【0079】

【化42】

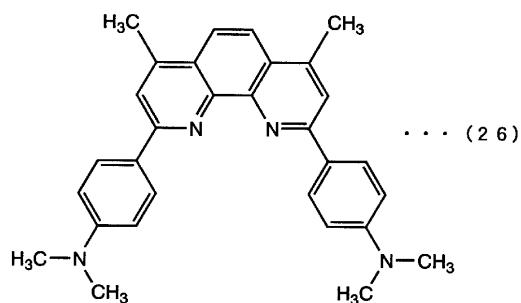


また、構造式(24)に示すゲスト材料の他に、下記構造式(26)に示す化合物を用いることができる。

30

【0080】

【化43】



40

【0081】

さらに、発光層413には、上述した一般式(14)に示す共通骨格を有するホスト材料、およびゲスト材料として、上述した構造式(15)に示すホスト材料と、上述した構造式(16)に示すゲスト材料とを用いることができる。

【0082】

はじめに、第1の電極401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401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

50

により 20 nm の膜厚で正孔注入層 411 を形成する。

【0083】

次に正孔輸送性に優れた材料により正孔輸送層 412 を形成する。ここでは 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、-NPD と示す)を同様の方法により、30 nm の膜厚で形成する。

【0084】

次に発光層 413 が形成される。なお、本実施例では、上述した構造式(17)に示すホスト材料と、上述した構造式(18)に示すゲスト材料とを用いて共蒸着法により 20 nm の膜厚で形成する。

【0085】

次に、陰極として機能する第 2 の電極 403 を形成する。なお、本実施例では、電界発光層 402 上にフッ化カルシウム(CaF)(2 nm)を蒸着法により形成した後、アルミニウム(Al)(100 nm)をスパッタリング法により形成し、積層構造を有する第 2 の電極 403 を形成する。

【0086】

以上により、共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を発光層 413 に用いた電界発光素子が形成される。なお、本実施例 1 に示す構造は、電界発光層 412 が、正孔輸送層 412 と発光層 413 とを有するシングルヘテロ構造である。また、ホスト材料とゲスト材料がいずれも共通する骨格を有する化合物であることからキャリア輸送性に優れ、輝度特性や電流電圧特性等の素子特性に優れた素子を形成することができる。

【0087】

なお、本実施例では、基板上に形成される第 1 の電極 401 が陽極材料で形成され、陽極として機能する場合について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、第 1 の電極 401 を陰極材料で形成し、陰極として機能させることもできる。ただし、この場合(陽極と陰極とを入れ替えた場合)には、電界発光層の積層順が本実施例で示した場合と逆になる。さらに、本実施例では、第 1 の電極(陽極)401 は透明電極であり、第 1 の電極(陽極)401 側から電界発光層 413 で生じた光を出射させる構成としているが、本発明はこれに限定されることはなく、透過率を確保するために適した材料を選択することにより第 2 の電極(陰極)403 側から光を出射させる構成とすることもできる。

【0088】

(実施例 2)

本実施例では、共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を発光層に用いて電界発光素子を作製する場合であって、電界発光層が、少なくとも正孔輸送層、発光層、および電子輸送層を有する実施の形態 2 に示す構造を有する場合について図 5 を用いて説明する。

【0089】

なお、本実施例 2 で示す構造は、実施例 1 に示す構造と類似しており、電子輸送層 514 が、電界発光層を構成する必須要件となっている点で異なっている。

【0090】

すなわち、基板 500 上に形成される第 1 の電極 501、正孔注入層 511、正孔輸送層 512、発光層 513、および第 2 の電極 503 は、実施例 1 と同様の材料を用いることができる。

【0091】

また、電子輸送層 514 は、発光層 513 にホスト材料として用いた構造式(19)に示す化合物を用いて、蒸着法により 20 nm の膜厚で形成する。なお、発光層 513、および電子輸送層 514 に同じ化合物を用いることにより、さらにキャリアの輸送性を高めることができる。

【0092】

なお、本実施例 2 に示す構造は、実施例 1 に示したシングルヘテロ構造とは異なり、ダブルヘテロ構造を有している。

10

20

30

40

50

## 【0093】

## (実施例3)

本実施例では、共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料を発光層に用いて電界発光素子を作製する場合であって、電界発光層が、少なくとも発光層のみで形成される実施の形態3に示す構造を有する場合について図6を用いて説明する。

## 【0094】

すなわち、本実施例3で示す構造は、電界発光層が発光層611のみを必須要件とする点で実施例1や実施例2とは異なっている。

## 【0095】

すなわち、基板600上に形成される第1の電極601、および第2の電極603は、図5に示すように実施例1と同様の材料で同じ膜厚で形成される。

## 【0096】

ただし、本実施例の場合において、電界発光層が発光層611のみで形成されるため発光層611を形成する材料としては、正孔輸送性および電子輸送性を有する材料で形成する必要がある。具体的には、先に一般式(14)で示す共通の骨格を有するホスト材料およびゲスト材料を用いて形成することができる。例えば、上述した構造式(15)で示すホスト材料(ポリ(n-ビニルカルバゾール):PVK)と、上述した構造式(16)で示すゲスト材料(BCzVBi)とをそれぞれ1:0.3のモル比で溶媒(ジクロロエタン等)に分散させて用い、これを塗布して形成することができる。

## 【0097】

以上により、本実施例における電界発光層602が形成される。

## 【0098】

## (実施例4)

本実施例では、実施例2に示した素子構成を有する電界発光素子(ITO/Cu-Pc(20nm)/-NPD(30nm)/TPBI+クマリン30(30nm)/TPBI(30nm)/CaF(2nm)/Al)を作製し、その素子特性について測定した。なお、ITOで形成される電極サイズは2mm×2mmである。また、この電界発光素子からは、発光スペクトルの最大ピークが、475nm、CIE(x,y)=(0.152, 0.302)の青色発光が得られた。

## 【0099】

素子特性の結果を図7～図10のプロット2に示す。図7における輝度-電流特性においては、プロット2に示すように電流密度が100mA/cm<sup>2</sup>の場合において、3100cd/m<sup>2</sup>程度の輝度が得られた。

## 【0100】

また、図8に示す輝度-電圧特性においては、プロット2に示すように8Vの電圧を印加したところ1600cd/m<sup>2</sup>程度の輝度が得られた。

## 【0101】

また、図9に示す電流効率-輝度特性においては、プロット2に示すように100cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた場合における電流効率は5.1cd/A程度であった。

## 【0102】

さらに、図10に示す電流-電圧特性は、プロット2に示すように7Vの電圧を印加したところ0.66mA程度の電流が流れた。

## 【0103】

## (比較例1)

これに対して、実施例2で測定した素子構造とは異なり、電界発光素子に用いるホスト材料としてこれまで用いられているパソキュプロイン(以下、BCPと示す)を電界発光素子のホスト材料、および電子輸送層に用いた場合の電界発光素子(ITO/Cu-Pc(20nm)/-NPD(30nm)/BCP+クマリン30(30nm)/BCP(30nm)/CaF(2nm)/Alの素子特性について測定した。その結果を図7～10のプロット1に示す。図7における輝度-電流特性においては、プロット1に示すように

10

20

30

40

50

電流密度が  $100 \text{ mA/cm}^2$  の場合において、 $1800 \text{ cd/m}^2$  程度の輝度が得られた。

【0104】

また、図8に示す輝度-電圧特性においては、プロット1に示すように8Vの電圧を印加したところ  $50 \text{ cd/m}^2$  程度の輝度が得られた。実施例2に示す素子構造に比べて、印加電圧に対する輝度が著しく低下していることがわかる。

【0105】

また、図9に示す電流効率-輝度特性においては、プロット1に示すように  $100 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた場合における電流効率は  $3.5 \text{ cd/A}$  程度であった。この場合にも、プロット2に示す実施例2の素子構造に比べて電流効率が悪いことがわかる。

10

【0106】

さらに、図10に示す電流-電圧特性では、プロット1に示すように7Vの電圧を印加したところ  $0.02 \text{ mA}$  程度の電流しか流れなかった。

【0107】

以上の比較結果から、本発明における共通する骨格を有するホスト材料、およびゲスト材料を有する電界発光素子を形成することにより、電界発光素子の素子特性を向上させることができることがわかる。

【0108】

(実施例5)

本実施例5では、画素部に本発明の電界発光素子を有する発光装置について図11を用いて説明する。なお、図11(A)は、発光装置を示す上面図、図11(B)は図11(A)をA-A'で切断した断面図である。点線で示された901は駆動回路部(ソース側駆動回路)、902は画素部、903は駆動回路部(ゲート側駆動回路)である。また、904は封止基板、905はシール剤であり、シール剤905で囲まれた内側907は、空間になっている。

20

【0109】

なお、908はソース側駆動回路901及びゲート側駆動回路903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)909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。

30

【0110】

次に、断面構造について図11(B)を用いて説明する。基板910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901と、画素部902が示されている。

【0111】

なお、ソース側駆動回路901はnチャネル型TFT923とpチャネル型TFT924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、本実施の形態では、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。

40

【0112】

また、画素部902はスイッチング用TFT911と、電流制御用TFT912とそのドレンに電気的に接続された第1の電極913とを含む複数の画素により形成される。なお、第1の電極913の端部を覆って絶縁物914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。

【0113】

また、成膜性を良好なものとするため、絶縁物914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914の材料として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。

50

リルを用いた場合、絶縁物914の上端部のみに曲率半径(0.2μm~3μm)を有する曲面を持たせることができ。また、絶縁物914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。

【0114】

第1の電極913上には、電界発光層916、および第2の電極917がそれぞれ形成されている。ここで、陽極として機能する第1の電極913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(インジウムスズ酸化物)膜、インジウム亜鉛酸化物(IZO)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。

【0115】

また、電界発光層916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。電界発光層916には、共通する骨格を有するホスト材料及びゲスト材料が含まれる。また、これらのホスト材料及びゲスト材料に組み合わせて用いる材料としては、低分子系材料であっても高分子系材料であっても良い。また、電界発光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。

【0116】

さらに、電界発光層916上に形成される第2の電極(陰極)917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、CaF<sub>2</sub>、またはCaN)を用いればよい。なお、電界発光層916で生じた光が第2の電極917を透過させる場合には、第2の電極(陰極)1217として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜(ITO(酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ZnO)、酸化亜鉛(ZnO)等)との積層を用いるのが良い。

【0117】

さらにシール剤905で封止基板904を素子基板910と貼り合わせることにより、素子基板901、封止基板904、およびシール剤905で囲まれた空間907に電界発光素子918が備えられた構造になっている。なお、空間907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、シール剤905で充填される構成も含むものとする。

【0118】

なお、シール剤905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904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。

【0119】

以上のようにして、本発明の電界発光素子を有する発光装置を得ることができる。

【0120】

なお、本実施例に示す発光装置は、実施例1~実施例3に示した電界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。

【0121】

(実施例6)

本実施例6では、本発明の電界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。

【0122】

10

20

30

40

50

本発明の電界発光素子を有する発光装置を用いて作製された電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パソコン、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、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。これらの電気器具の具体例を図12に示す。

【0123】

図12（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。本発明の電界発光素子を有す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、パソコン用、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。

10

【0124】

図12（B）はノート型パソコン用コンピュータであり、本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含む。本発明の電界発光素子を有する発光装置をその表示部2203に用いることにより作製される。

【0125】

図12（C）はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明の電界発光素子を有する発光装置をその表示部2302に用いることにより作製される。

20

【0126】

図12（D）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的にはDVD再生装置）であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体（DVD等）読み込み部2405、操作キー2406、スピーカー部2407等を含む。表示部A2403は主として画像情報を表示し、表示部B2404は主として文字情報を表示するが、本発明の電界発光素子を有する発光装置をこれら表示部A、B2403、2404に用いることにより作製される。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

【0127】

30

図12（E）はゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）であり、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。本発明の電界発光素子を有する発光装置をその表示部2502に用いることにより作製される。

【0128】

図12（F）はビデオカメラであり、本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609、接眼部2610等を含む。本発明の電界発光素子を有する発光装置をその表示部2602に用いることにより作製される。

【0129】

ここで図12（G）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。本発明の電界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。

40

【0130】

以上の様に、本発明の電界発光素子を有する発光装置の適用範囲は極めて広く、また本発明の電界発光素子は、発光効率や輝度特性等の素子特性に優れていることから、この電界発光素子を含む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、長寿命化を実現することができる。

【0131】

【発明の効果】

50

本発明に示すように電界発光層の一部に共通する骨格を有するホスト材料およびゲスト材料を用いて電界発光素子を作製することにより、従来よりも発光効率や輝度特性等の素子特性に優れた電界発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 実施の形態 1 における電界発光素子の素子構造を説明する図。
- 【図 2】 実施の形態 2 における電界発光素子の素子構造を説明する図。
- 【図 3】 実施の形態 3 における電界発光素子の素子構造を説明する図。
- 【図 4】 実施例 1 における電界発光素子の素子構造を説明する図。
- 【図 5】 実施例 2 における電界発光素子の素子構造を説明する図。
- 【図 6】 実施例 3 における電界発光素子の素子構造を説明する図。
- 【図 7】 電界発光素子の素子特性を示すグラフ。
- 【図 8】 電界発光素子の素子特性を示すグラフ。
- 【図 9】 電界発光素子の素子特性を示すグラフ。
- 【図 10】 電界発光素子の素子特性を示すグラフ。
- 【図 11】 発光装置について説明する図。
- 【図 12】 電気器具について説明する図。

10

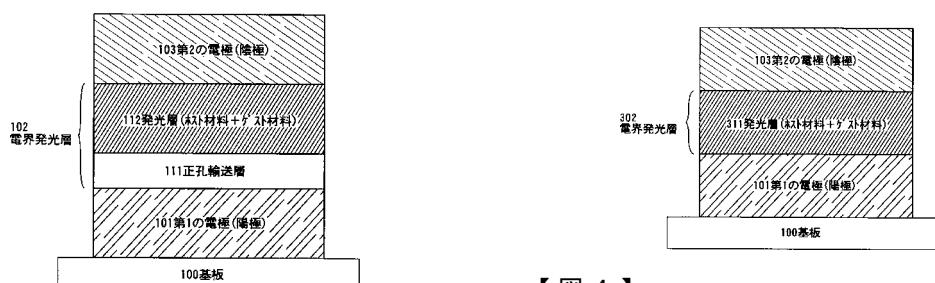
【符号の説明】

- 100、400、500、600 基板
- 101、401、501、601 第1の電極
- 102、202、302、402、502、602 電界発光層
- 103、203、303、403、503、603 第2の電極
- 111、211、412、512 正孔輸送層
- 112、212、311、413、513、613 発光層
- 213、514 電子輸送層
- 411、511 正孔注入層

20

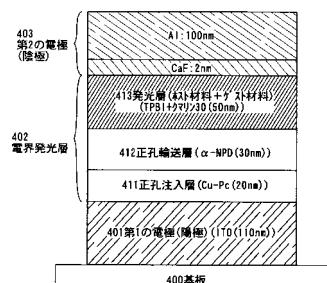
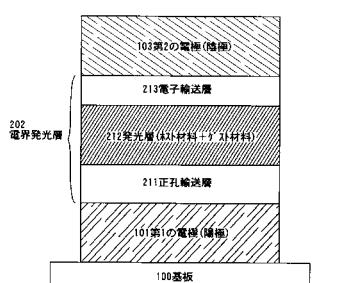
【図 1】

【図 3】

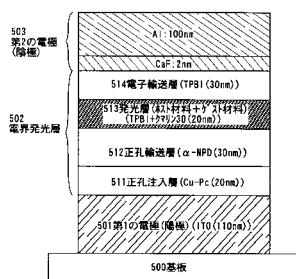


【図 2】

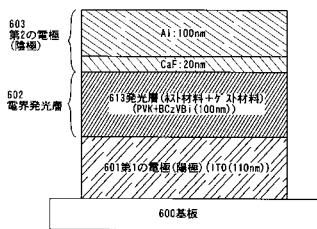
【図 4】



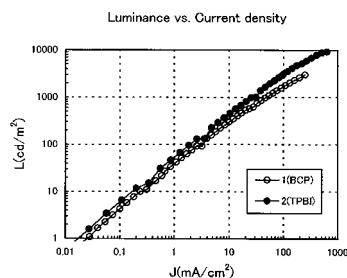
【図5】



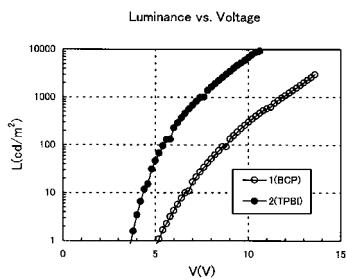
【図6】



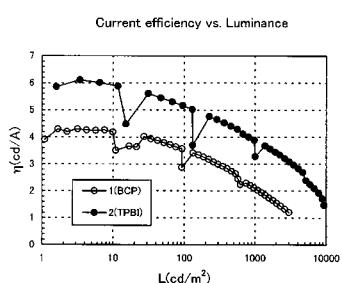
【図7】



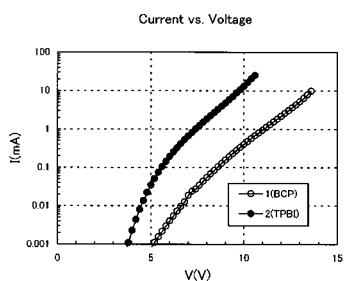
【図8】



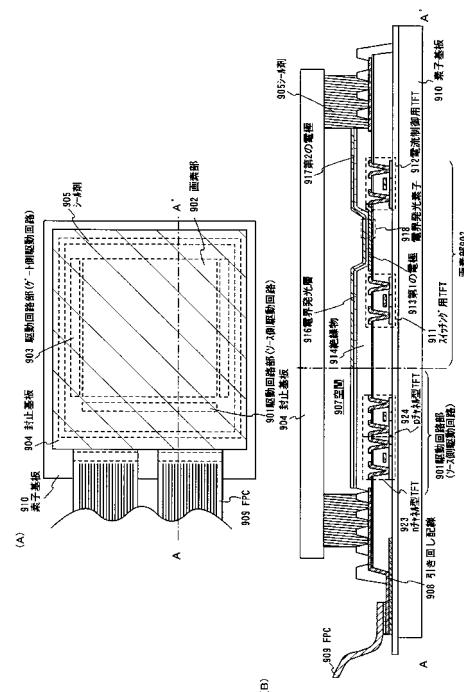
【図9】



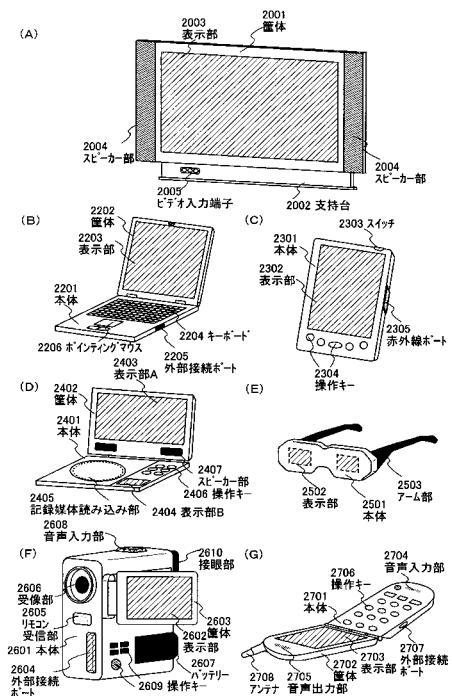
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-282267(JP,A)  
特開平04-002096(JP,A)  
特開平10-106749(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50 - 51/56  
C09K 11/06 - 11/07