

(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2008-252084

(P2008-252084A)

(43) 公開日 平成20年10月16日(2008.10.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/22 B	3K107
<b>C09K 11/06 (2006.01)</b>	H05B 33/22 D	
	H05B 33/14 A	
	C09K 11/06 690	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 60 頁)

(21) 出願番号 特願2008-55950 (P2008-55950)  
 (22) 出願日 平成20年3月6日(2008.3.6)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-56599 (P2007-56599)  
 (32) 優先日 平成19年3月7日(2007.3.7)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100086298  
 弁理士 船橋 國則  
 (72) 発明者 神戸 江美子  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 中村 明史  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 鬼島 靖典  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

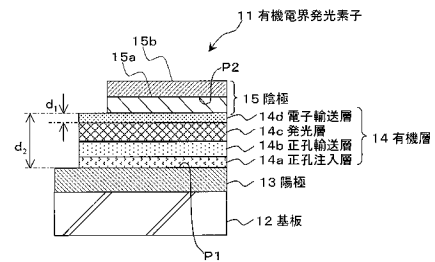
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子および表示装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、高効率化と長寿命化の両方を実現可能な有機電界発光素子および表示装置を提供する。

【解決手段】陽極13と陰極15との間に、陽極13側から順に、正孔注入層14a、正孔輸送層14b、発光層14cおよび電子輸送層14dが積層された有機層14を挟持してなる有機電界発光素子11において、電子輸送層14dは含窒素複素環誘導体を含んであり、電子輸送層14dが正孔注入層14aと正孔輸送層14bのトータル膜厚よりも厚い膜厚で設けられていることを特徴とする有機電界発光素子および表示装置である。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

陽極と陰極との間に少なくとも発光層を有する有機層を挟持してなる有機電界発光素子において、

前記陰極と前記発光層の間には、含窒素複素環誘導体を含む層が配置されており、当該含窒素複素環誘導体を含む層は、前記陽極と前記発光層との間に配置される正孔供給層よりも厚い膜厚で設けられている

ことを特徴とする有機電界発光素子。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記含窒素複素環誘導体を含む層の膜厚は 70 nm 以上である

ことを特徴とする有機電界発光素子。

10

## 【請求項 3】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記正孔供給層の膜厚は 60 nm 以下である

ことを特徴とする有機電界発光素子。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記含窒素複素環誘導体を含む層の膜厚  $d_1$  に対して、前記有機層の膜厚  $d_2$  が、 $0.90 > d_1 / d_2 > 0.30$  の関係を満たすように構成されている

ことを特徴とする有機電界発光素子。

20

## 【請求項 5】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記含窒素複素環誘導体はベンゾイミダゾール誘導体である

ことを特徴とする有機電界発光素子。

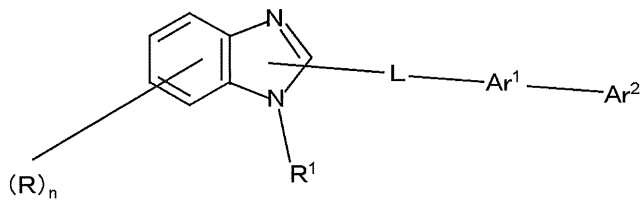
## 【請求項 6】

請求項 5 記載の有機電界発光素子において、

前記ベンゾイミダゾール誘導体は、下記一般式 (1)、(2) または (3) で示される

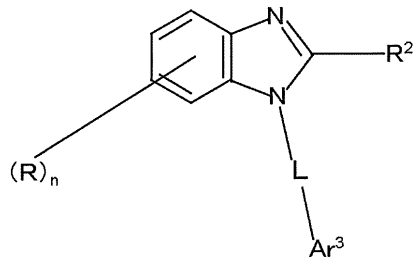
ことを特徴とする有機電界発光素子。

## 【化 1】



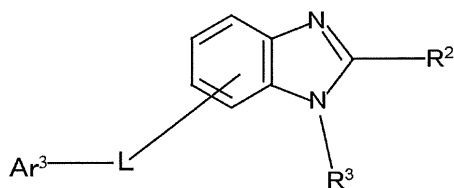
…一般式(1)

10



…一般式(2)

20



…一般式(3)

[ただし、一般式(1)、(2)、(3)中において、Rは、水素原子、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリール基、置換基を有してもよいピリジル基、置換基を有してもよいキノリル基、置換基を有してもよい炭素数1～20のアルキル基又は置換基を有してもよい炭素数1～20のアルコキシ基で、nは0～4の整数であり、

30

$R^1$ は、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリール基、置換基を有してもよいピリジル基、置換基を有してもよいキノリル基、置換基を有してもよい炭素数1～20のアルキル基または炭素数1～20のアルコキシ基であり、

$R^2$ 及び $R^3$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリール基、置換基を有してもよいピリジル基、置換基を有してもよいキノリル基、置換基を有してもよい炭素数1～20のアルキル基又は置換基を有してもよい炭素数1～20のアルコキシ基である。

40

Lは、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリーレン基、置換基を有してもよいピリジニレン基、置換基を有してもよいキノリニレン基又は置換基を有してもよいフルオレニレン基である。

$Ar^1$ は、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリーレン基、置換基を有してもよいピリジニレン基又は置換基を有してもよいキノリニレン基であり、

$Ar^2$ は、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリール基、置換基を有してもよい炭素数1～20のアルキル基、置換基を有してもよい炭素数1～20のアルコキシ基、または置換基を有してもよい炭素数3～40のヘテロアリール基であり、

$Ar^3$ は、置換基を有してもよい炭素数6～60のアリール基、置換基を有してもよいピリジル基、置換基を有してもよいキノリル基、置換基を有してもよい

50

炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、または  $-Ar^1 - Ar^2$  で表される基 ( $Ar^1$  および  $Ar^2$  は、それぞれ前記と同じ) である。]

【請求項 7】

請求項 1 記載の有機電界発光素子において、

前記正孔供給層の前記陽極との界面側には、アザトリフェニレン誘導体を含む層が設けられている

ことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 8】

陽極と陰極との間に少なくとも発光層を有する有機層を挟持してなる有機電界発光素子を基板上に配列形成してなる表示装置において、

前記陰極と前記発光層の間には、含窒素複素環誘導体を含む層が配置されており、当該含窒素複素環誘導体を含む層は、前記陽極と前記発光層との間に配置される正孔供給層よりも厚い膜厚で設けられている

ことを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機電界発光素子（いわゆる有機 EL 素子）および表示装置に関し、特に、含窒素複素環誘導体を含む電子輸送層を備えた有機電界発光素子および表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機材料のエレクトロルミネッセンス (electroluminescence: 以下 EL と記す) を利用した有機電界発光素子（いわゆる有機 EL 素子）は、陽極と陰極との間に有機正孔輸送層や有機発光層を積層させた有機層を設けてなり、低電圧直流駆動による高輝度発光が可能な発光素子として注目されている。

【0003】

図 12 は、このような有機電界発光素子の一構成例を示す断面図である。この図に示す有機電界発光素子 51 は、例えばガラス等からなる透明な基板 52 上に設けられており、基板 52 上に設けられた陽極 53、陽極 53 上に設けられた有機層 54、および有機層 54 上に設けられた陰極 55 により構成されている。有機層 54 は、陽極 53 側から、正孔注入層 54a、正孔輸送層 54b、発光層 54c および電子輸送層 54d を順次積層させた構成を有している。この有機電界発光素子 51 では、陰極 55 から注入された電子と陽極 53 から注入された正孔とが発光層 54c にて再結合し、この再結合の際に生じる光が陽極 53 または陰極 55 を介して取り出される。尚、有機電界発光素子としては、基板側から順に、陰極、有機層、陽極を順次積層した構成のものもある。

【0004】

上述したような有機電界発光素子は、近年、更なる高効率化、長寿命化が求められている。従来、電子輸送層 54d としては例えばアルミキノリノール錯体 (8-hydroxyquinoline aluminum (Alq3)) が用いられてきたが、Alq3 は電子移動度が低いため、Alq3 よりも高い電子移動度を有する材料として、フェナントロリン誘導体（例えば、非特許文献 1 参照）やシロール誘導体（例えば、非特許文献 2 参照）が報告されている。これらの電子輸送材料を用いることで電子注入が強化され、電子と正孔（ホール）の再結合領域がホール注入電極（陽極 53）側に集中するため再結合確率が向上し、発光効率が高くなるとともに、低電圧駆動することができるという利点がある。しかし、その一方で、電子と正孔の再結合領域が陽極 53 側に移動するため、正孔輸送層 54d に到達する電子の量が多くなる。正孔輸送層 54d として一般的に用いられているトリフェニルアミン誘導体は、電子を受け入れると非常に不安定になり劣化する。その結果、発光素子の発光寿命が短くなってしまふ。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

そこで、素子全体のキャリアバランスを整える試みとして、発光層と電子輸送層の間に正孔輸送性が高い層が配置された有機電界発光素子の例が開示されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

## 【 0 0 0 6 】

また、陽極および陰極間のショートを防ぎ、発光不良発生を軽減するために、有機層はある程度以上の膜厚が必要である。そして、一般的には、高い移動度を示す正孔輸送層を選択し、厚く堆積することが行われている（例えば、特許文献 1、3 参照）。

## 【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 0 4 / 0 7 7 8 8 6 号パンフレット

10

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 6 6 8 9 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 5 - 1 0 1 0 0 8 号公報

【非特許文献 1】Applied Physics Letter (米) 10th January 2000年, Vol.76, No.2, P197-199

【非特許文献 2】Applied Physics Letter (米) 14th January 2002年, Vol.80, No.2, P189-191

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1、2 に記載されたように、発光層と電子輸送層の間に正孔輸送性が高い層が配置された有機電界発光素子では、電子輸送性が低下するため、駆動電圧の上昇およびキャリア不足により電流効率が悪くなる、という問題がある。

20

## 【 0 0 0 9 】

また、非特許文献 1、2 に記載されたように、電子輸送層 5 4 d に高効率発光が可能な高い電子移動度を有する材料を用いた場合、特許文献 1、3 の正孔輸送層 5 4 a を厚く堆積させる構造では、膜厚が厚い分、正孔輸送が制限されるにもかかわらず、電子供給が強化されるため、キャリアバランスが悪くなり、非常に短寿命になる、という問題がある。

## 【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、高効率化と長寿命化の両方を実現可能な有機電界発光素子を提供することを目的とする。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 1 】

このような目的を達成するための本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に少なくとも発光層を有する有機層を挟持してなる有機電界発光素子において、陰極と発光層との間には、含窒素複素環誘導体を含む層が配置されており、含窒素複素環誘導体を含む層は、陽極と発光層との間に配置される正孔供給層よりも厚い膜厚で設けられていることを特徴としている。

## 【 0 0 1 2 】

また、本発明の表示装置は、陽極と陰極との間に少なくとも発光層を有する有機層を挟持してなる有機電界発光素子を基板上に配列形成してなる表示装置において、陰極と発光層との間には、含窒素複素環誘導体を含む層が配置されており、含窒素複素環誘導体を含む層は、陽極と発光層との間に配置される正孔供給層よりも厚い膜厚で設けられていることを特徴としている。

40

## 【 0 0 1 3 】

このような有機電界発光素子および表示装置によれば、陰極と発光層との間に含窒素複素環誘導体を含む層が配置されており、含窒素複素環誘導体は高い電子供給能を有することから、この層が正孔供給層よりも厚い膜厚で形成されていても、低い駆動電圧で高効率化に必要な発光層への電子供給が可能となる。また、陽極と発光層との間に配置される正孔供給層は、含窒素複素環誘導体を含む層よりも薄い膜厚で形成されることで、正孔の供給を増大させることが可能となる。これにより、正孔と電子の過不足がなく、かつキ

50

キャリア供給量も十分多いキャリアバランスを得ることができるため、高い発光効率を得ることができる。また、正孔と電子の過不足がないことで、キャリアバランスが崩れにくく、駆動劣化が抑制され、発光寿命を長くすることができる。

【発明の効果】

【0014】

以上説明したように、本発明の有機電界発光素子および表示装置によれば、高効率化と長寿命化を図ることができるため、低消費電力で、かつ長期信頼性に優れたディスプレイを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】

図1は、本発明の有機電界発光素子の一構成例を示す断面図である。この図に示す有機電界発光素子11は、基板12上に設けられた陽極13、この陽極13上に重ねて設けられた有機層14、この有機層14上に設けられた陰極15を備えている。

【0017】

以下の説明においては、陽極13から注入された正孔と陰極15から注入された電子が発光層14c内で再結合する際に生じた発光光を、基板12と反対側の陰極15側から取り出す上面発光方式(トップエミッション方式)の有機電界発光素子11の構成を説明する。

【0018】

まず、有機電界発光素子11が設けられる基板12は、ガラスのような透明基板や、シリコン基板、さらにはフィルム状のフレキシブル基板等の中から適宜選択して用いられることとする。また、この有機電界発光素子11を用いて構成される表示装置の駆動方式がアクティブマトリクス方式である場合、基板12として、画素毎にTFTを設けてなるTFT基板が用いられる。この場合、この表示装置は、上面発光方式の有機電界発光素子11をTFTを用いて駆動する構造となる。

【0019】

そして、この基板12上に下部電極として設けられる陽極13は、効率良く正孔を注入するために電極材料の真空準位からの仕事関数が大きいもの、例えばクロム(Cr)、金(Au)、酸化スズ(SnO<sub>2</sub>)とアンチモン(Sb)との合金、酸化亜鉛(ZnO)とアルミニウム(Al)との合金、銀(Ag)合金、さらにはこれらの金属や合金の酸化物等を、単独または混在させた状態で用いることができる。

【0020】

有機電界発光素子11が上面発光方式の場合は、陽極13を高反射率材料で構成することで、干渉効果及び高反射率効果で外部への光取り出し効率を改善することが可能であり、このような電極材料には、例えばAl、Ag等を主成分とする電極を用いることが好ましい。これらの高反射率材料層上に、例えばITOのような仕事関数が大きい透明電極材料層を設けることでキャリア注入効率を高めることも可能である。

【0021】

また、陽極13をAl合金で構成し、Al合金の副成分として、主成分のAlよりも相対的に仕事関数が小さい例えばネオジウム等の金属を用いると、Al合金の安定性が向上し、反射率が高く、安定な陽極を実現することが可能となる。この場合、ITOのような仕事関数が大きい透明電極材料層の陽極に比較して仕事関数が小さくなることが多く、一般に用いられるアミン系の正孔注入層のみでは正孔注入障壁が大きくなってしまふことが多い。したがって、アミン材料に対しF4TCNQ(2,3,5,6-Tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane)等のアクセプタ材料を混合した層やPEDOT-PSS(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)等のいわゆるp-ドープ層を陽極界面に形成するか、後述するアザトリフェニレン誘導体を用いることで、低駆動電圧を得ることが可能となる。特に素子安定性・低駆動電圧の面でアザトリフェニレン誘導体が好

10

20

30

40

50

ましい。

【0022】

尚、この有機電界発光素子11を用いて構成される表示装置の駆動方式がアクティブマトリックス方式である場合、陽極13は、TFTが設けられている画素毎にパターンニングされていることとする。そして、陽極13の上層には、ここでの図示を省略した絶縁膜が設けられ、この絶縁膜の開口部から、各画素の陽極13表面を露出させていることとする。

【0023】

一方、陰極15は、仕事関数が小さい材料を用いて有機層14と接する層が構成されており、かつ光透過性が良好な構成で有ればよい。このような構成として、例えば、陰極15は、陽極13側から順に第1層15a、第2層15bを積層した構造となっている。

10

【0024】

第1層15aは、仕事関数が小さく、かつ光透過性の良好な材料を用いて構成される。このような材料としては、例えば $Li_2O$ 、 $Cs_2CO_3$ 、 $Cs_2SO_4$ 、 $MgF$ 、 $LiF$ や $CaF_2$ 等のアルカリ金属酸化物、アルカリ金属弗化物、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ土類弗化物が挙げられる。また、第2層15bは、薄膜の $MgAg$ 電極や $Ca$ 電極などの、光透過性を有しかつ導電性が良好な材料で構成される。また、この有機電界発光素子11が、特に陽極13と陰極15との間で発光光を共振させて取り出す共振器構造で構成される上面発光素子の場合には、例えば $Mg-Ag$ のような半透過性反射材料を用いて第2層15bを構成し、第2層15bと陽極13の間で発光光を共振させる。また、上記第2層15bは、例えば透明な $SiNx$ 化合物からなり、電極の劣化抑制のための封止電極として形成される。

20

【0025】

尚、以上の第1層15a、第2層15bは、真空蒸着法、スパッタリング法、さらにはプラズマCVD法などの手法によって形成される。また、この有機電界発光素子を用いて構成される表示装置の駆動方式がアクティブマトリックス方式である場合、陰極15は、ここでの図示を省略した陽極13の周縁を覆う絶縁膜および有機層14によって、陽極13に対して絶縁された状態で基板12上にベタ膜状で形成され、各画素に共通電極として用いてもよい。

【0026】

そして、上述した陽極13および陰極15の間に挟持される有機層14は、少なくとも発光層を有しており、陽極13側から順に、陽極13から発光層へ正孔を供給する正孔供給層、発光層、後述する陰極から発光層へ電子を供給する電子供給層を積層してなる。具体的には、陽極13側から順に、正孔注入層14aおよび正孔輸送層14bからなる正孔供給層、発光層14c、電子輸送層14d(電子供給層)を積層してなる。これらの各層は、例えば真空蒸着法や、例えばスピコート法などの他の方法によって形成された有機層からなる。

30

【0027】

そして、本発明の特徴的な構成として、上記発光層14cと陰極15の間には、含窒素複素環誘導体を含む層が配置されている。具体的には、電子輸送層14dが含窒素複素環誘導体を含むこととする。また、この電子輸送層14dは、正孔供給層、すなわち正孔注入層14aおよび正孔輸送層14bのトータル膜厚よりも厚い膜厚で設けられている。これにより、含窒素複素環誘導体は高い電子供給能を有することから、電子輸送層14dが正孔注入層14aおよび正孔輸送層14bのトータル膜厚よりも厚い膜厚で形成されていても、低い駆動電圧で、電子の供給が高い状態で維持される。また、電子輸送層14dが、正孔注入層14aおよび正孔輸送層14bのトータル膜厚よりも厚い膜厚で形成されることで、電子輸送層14dの厚みにより、陽極13と陰極15とのショートを防止することが可能となる。

40

【0028】

上記電子輸送層14dは、70nm以上の膜厚で形成されていることが好ましく、70

50

n m以上の膜厚で形成されることで、電子供給が強すぎるものがなく、正孔供給とのバランスをとることが可能であるため、好ましい。さらに、上記電子輸送層14dの膜厚 $d_1$ に対し、有機層14の膜厚 $d_2$ が $0.90 > d_1 / d_2 > 0.30$ の関係を満たすように構成されることで、正孔・電子の供給バランスがとり易く、長寿命化が図れるため、好ましい。

【0029】

そして、さらに、この有機電界発光素子11を、陽極13と陰極15との間で発光光を共振させて取り出す共振器構造とすることで、取り出し光の色純度を向上させ、共振の中心波長付近の取り出し光の強度を向上させることが可能となる。この場合、陽極13の発光層14c側の反射端面を第1端部P1、陰極15の発光層14c側の反射端面を第2端部P2とし、有機層14を共振部として、発光層14cで発生した光を共振させて第2端部P2側から取り出す共振器構造とした場合には、共振器の第1端部P1と第2端部P2との間の光学的距離Lを下記数式(1)を満たすように設定する。光学的距離Lは、実際には、数式(1)を満たす正の最小値となるように選択することが好ましい。

10

【数1】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad \cdots \text{数式(1)}$$

【0030】

上記数式(1)中において、Lは第1端部P1と第2端部P2との間の光学的距離、 $\Phi$ は第1端部P1で生じる反射光の位相シフト $\phi_1$ と第2端部P2で生じる反射光の位相シフト $\phi_2$ との和( $\Phi = \phi_1 + \phi_2$ ) (rad)、 $\lambda$ は第2端部P2の側から取り出したい光のスペクトルのピーク波長、mはLが正となる整数をそれぞれ表す。尚、数式(1)においてLおよび $\lambda$ は単位が共通すればよいが、例えば(nm)を単位とする。

20

【0031】

また、有機発光素子11では、発光層14cの最大発光位置と第1端部P1との間の光学的距離 $L_1$ が下記数式(2)を満たし、最大発光位置と第2端部P2との間の光学的距離 $L_2$ が下記数式(3)を満たすように調整されている。ここで、最大発光位置とは、発光領域のうちで最も発光強度が大きい位置を言う。例えば、発光層14cの陽極13側と陰極15側との両方の界面で発光する場合には、そのうち発光強度の大きい方の界面となる。

30

【0032】

【数2】

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= t L_1 + a_1 \\ (2 t L_1) / \lambda &= -\Phi_1 / (2\pi) + m_1 \end{aligned} \right\} \cdots \text{数式(2)}$$

上記数式(2)中において、 $t L_1$ は第1端部P1と最大発光位置との間の光学的理論距離、 $a_1$ は発光層14cにおける発光分布に基づく補正量、 $\lambda$ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 $\Phi_1$ は第1端部P1で生じる反射光の位相シフト(rad)、 $m_1$ は0または整数をそれぞれ表す。

40

【0033】

【数3】

$$\left. \begin{aligned} L_2 &= t L_2 + a_2 \\ (2 t L_2) / \lambda &= -\Phi_2 / (2\pi) + m_2 \end{aligned} \right\} \cdots \text{数式(3)}$$

上記数式(3)中において、 $t L_2$ は第2端部P2と最大発光位置13Eとの間の光学的理論距離、 $a_2$ は発光層14cにおける発光分布に基づく補正量、 $\lambda$ は取り出したい光

50

のスペクトルのピーク波長、 $\lambda_2$  は第 2 端部 P 2 で生じる反射光の位相シフト (rad)、 $m_2$  は 0 または整数をそれぞれ表す。

【0034】

上記数式(2)は、発光層 14c で発生した光のうち陽極 13 の方へ向かう光が第 1 端部 P 1 で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同一となり、発光した光のうち陰極 15 の方へ向かう光と強め合う関係となるようにするためのものである。また、数式(3)は、発光層 14c で発生した光のうち陰極 15 の方へ向かう光が第 2 端部 P 2 で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同一となり、発光した光のうち陽極 13 の方へ向かう光と強め合う関係となるようにするためのものである。

10

【0035】

本実施形態の有機電界発光素子 11 では、電子輸送層 14d を正孔注入層 14a および正孔輸送層 14b のトータル膜厚よりも厚く形成することで、上記数式(2)、(3)の  $m_1 > m_2$  となるように設計することが可能である。これにより、光の取り出し効率を高めることができる。

【0036】

尚、数式(2)の光学的理論距離  $tL_1$  および数式(3)の光学的理論距離  $tL_2$  は、発光領域に広がりがないと考えた場合に、第 1 端部 P 1 または第 2 端部 P 2 での位相変化量と、進行することでの位相変化量がちょうど打ち消し合い、戻り光の位相と発光時の位相とが同一となる理論値である。ただし、発光部分には通常広がりがあるので、数式(2)および数式(3)では、発光分布に基づく補正量  $a_1$ 、 $a_2$  が加えられている。

20

【0037】

補正量  $a_1$ 、 $a_2$  は発光分布により異なるが、最大発光位置が発光層 14c の陰極 15 側にあり、発光分布が最大発光位置から陽極 13 側に広がっている場合、または最大発光位置が発光層 14c の陽極 13 側にあり、発光分布が最大発光位置から陰極 15 側に広がっている場合には、例えば下記数式(4)により求められる。

【0038】

【数 4】

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= b \left( \log_e (s) \right) \\ a_2 &= -a_1 \end{aligned} \right\} \dots \text{数式(4)}$$

30

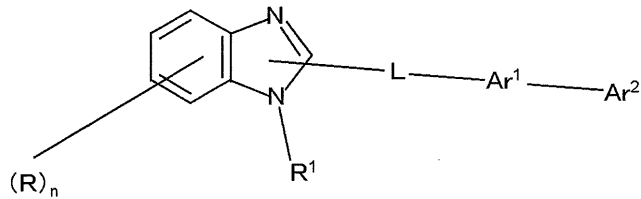
数式(4)中において、 $b$  は発光層 14c における発光分布が最大発光位置から陽極 13 の方向へ広がっている場合には  $2n - b - 6n$  の範囲内の値、最大発光位置から陰極 15 の方向へ広がっている場合には  $-6n - b - 2n$  の範囲内の値であり、 $s$  は発光層 13c における発光分布に関する物性値 ( $1/e$  減衰距離)、 $n$  は取り出したい光のスペクトルのピーク波長  $\lambda$  における第 1 端部 P 1 と第 2 端部 P 2 との間の平均屈折率である。

【0039】

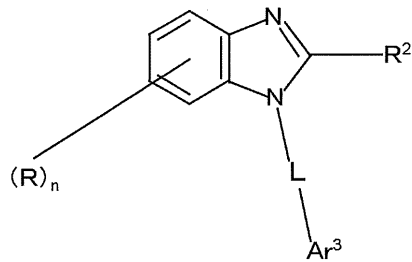
また、上記電子輸送層 14d を構成する含窒素複素環誘導体としては、例えば下記一般式(1)~(3)に示すベンゾイミダゾール誘導体、またはフェナントロリン誘導体を好適に用いることができる。

40

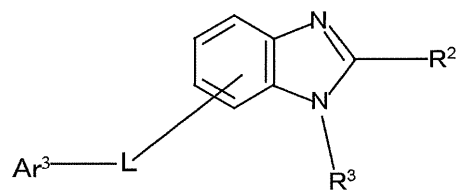
## 【化2】



10



20



## 【0040】

ただし、一般式(1)、(2)、(3)中において、Rは、水素原子、置換基を有していてもよい炭素数6~60のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数1~20のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数1~20のアルコキシ基で、nは0~4の整数である。

30

## 【0041】

また、R<sup>1</sup>は、置換基を有していてもよい炭素数6~60のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数1~20のアルキル基または炭素数1~20のアルコキシ基であり、R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>は、それぞれ独立に、水素原子、置換基を有していてもよい炭素数6~60のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数1~20のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数1~20のアルコキシ基である。

40

## 【0042】

さらに、Lは、置換基を有していてもよい炭素数6~60のアリーレン基、置換基を有していてもよいピリジニレン基、置換基を有していてもよいキノリニレン基又は置換基を有していてもよいフルオレニレン基である。

## 【0043】

また、Ar<sup>1</sup>は、置換基を有していてもよい炭素数6~60のアリーレン基、置換基を有していてもよいピリジニレン基又は置換基を有していてもよいキノリニレン基である。そして、Ar<sup>2</sup>は、置換基を有していてもよい炭素数6~60のアリール基、置換基を有していてもよい炭素数1~20のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数1~20

50

のアルコキシ基、または置換基を有していてもよい炭素数3～40のヘテロアリール基である。

【0044】

また、 $Ar^3$ は、置換基を有していてもよい炭素数6～60のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数1～20のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数1～20のアルコキシ基、または $-Ar^1-Ar^2$ で表される基( $Ar^1$ および $Ar^2$ は、それぞれ前記と同じ)である。



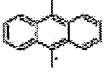

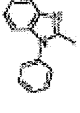

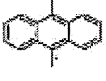



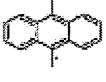
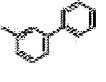


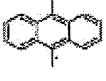
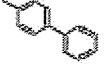
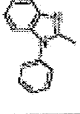

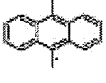
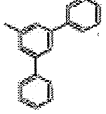


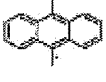

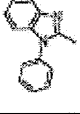

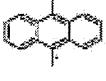

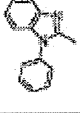

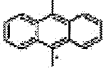
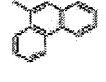
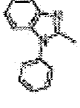

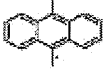

【0045】

ここで、上記一般式(1)～(3)で示されるベンゾイミダゾール誘導体の具体例である化合物Aを下記の表1～24および表24-1, 24-2に示し、フェナントロリン誘導体の具体例である化合物Bを下記の表25に示すが、本発明はこれらの例示化合物に限定されるものではない。なお、下記表において、一般式(2)、(3)の $Ar^3$ は、 $-Ar^1-Ar^2$ であることとし、表中のHArはベンゾイミダゾール構造を示す。

10

【0046】

【表 1】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
1-1				
1-2				
1-3				
1-4				
1-5				
1-6				
1-7				
1-8				
1-9				

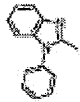

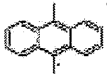

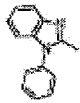


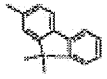
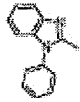

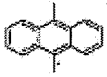

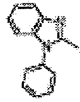

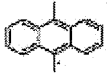

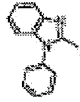



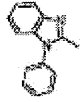


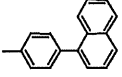
10

20

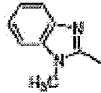

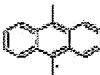



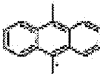

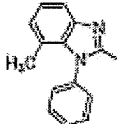

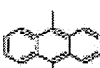

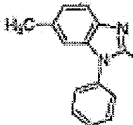

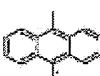



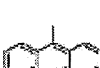



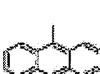

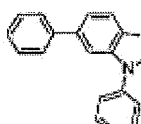

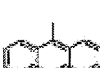

30

40

【表 2】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>				
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>	
1-10					10
1-11					
1-12					20
1-13					
1-14					
1-15					30

【表 3】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
2-1				
2-2				
2-3				
2-4				
2-5				
2-6				
2-7				

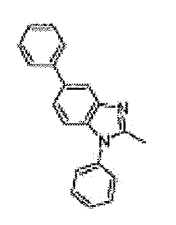

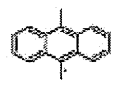

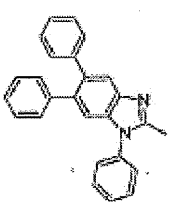

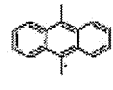

10

20

30

40

【表 4】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
2-8				
2-9				

【表 5】


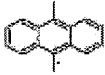



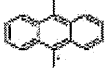



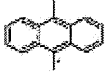



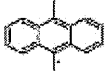



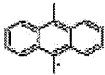



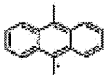


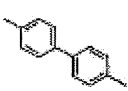
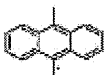


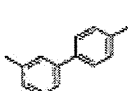
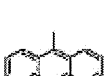


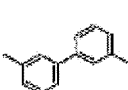
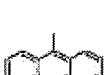

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
3-1				
3-2				
3-3				
3-4				
3-5				
3-6				

10

20

30

【表 6】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
4-1		-		
4-2				
4-3				
4-4				
4-5				
4-6				
4-7				
4-8				
4-9				






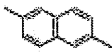



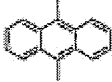
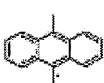

10

20

30



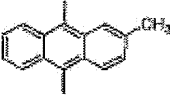

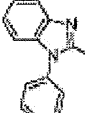

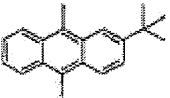



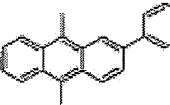

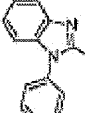

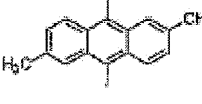



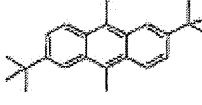

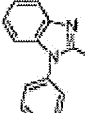

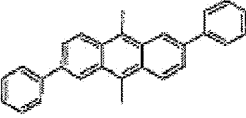

40

【表 7】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
4-10				
4-11				
4-12				

10

【表 8】

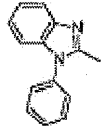

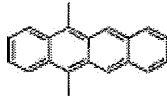

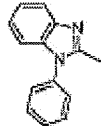

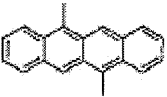

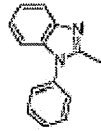

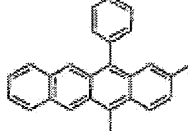

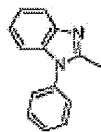

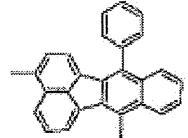



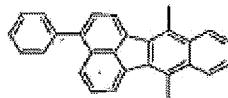

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
5-1				
5-2				
5-3				
5-4				
5-5				
5-6				

20

30

40

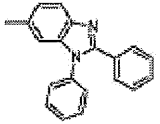

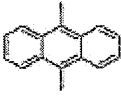

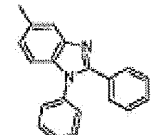

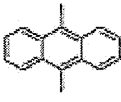
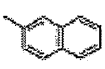
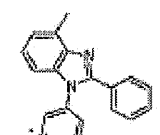

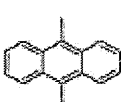

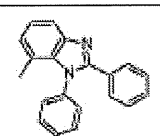

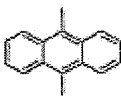
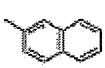
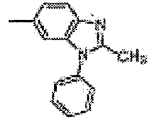

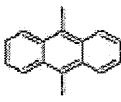

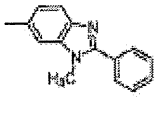

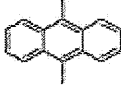

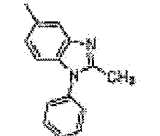

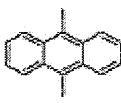
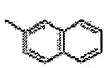
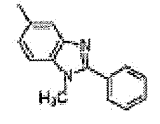

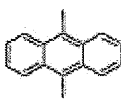

【表 9】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
6-1				
6-2				
6-3				
6-4				
6-5				

10

20

【表 10】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
7-1				
7-2				
7-3				
7-4				
7-5				
7-6				
7-7				
7-8				

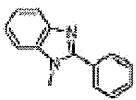

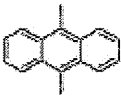

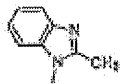

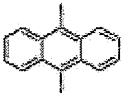
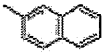
10

20

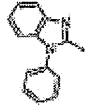



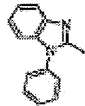



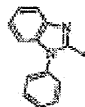



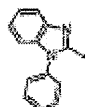



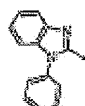







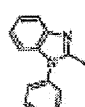



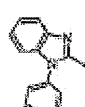



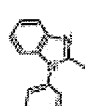



30

40

【表 1 1】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
7-9				
7-10				

【表 1 2】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
8-1				
8-2				
8-3				
8-4				
8-5				
8-6				
8-7				
8-8				
8-9				

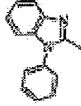

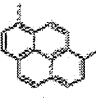



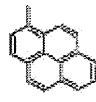

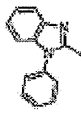

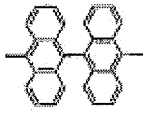

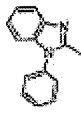



10

20

30

40

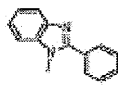

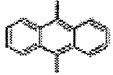

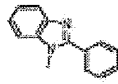

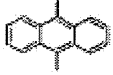



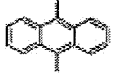
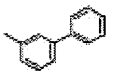
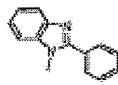

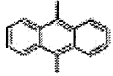



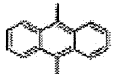
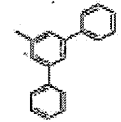
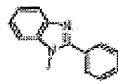

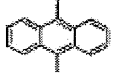



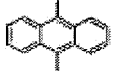

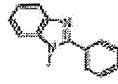

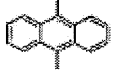
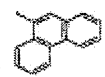
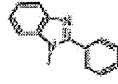

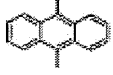

【表 1 3】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
8-10				
8-11				
8-12				
8-13				

10

20

【表 1 4】

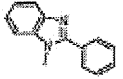

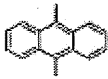
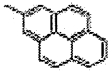
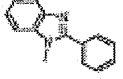

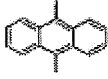

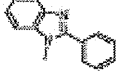

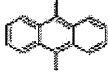

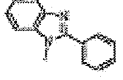

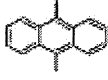

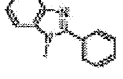

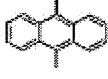

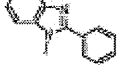

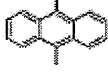
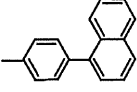
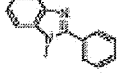

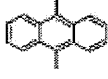
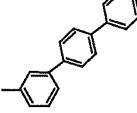
化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
9-1				
9-2				
9-3				
9-4				
9-5				
9-6				
9-7				
9-8				
9-9				

10

20

30

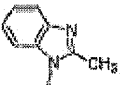

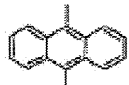

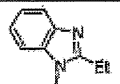

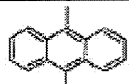

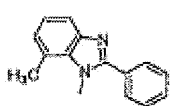

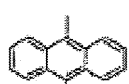

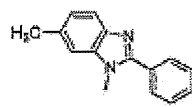

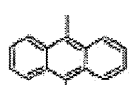

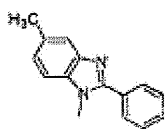

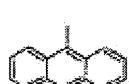

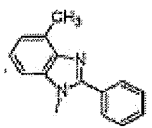

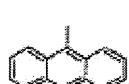

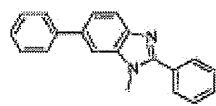

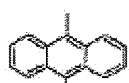

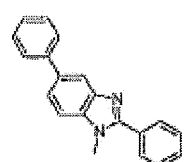

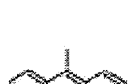

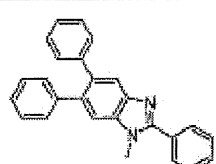



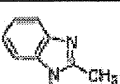

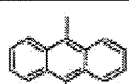
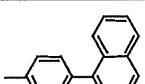
【表 15】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
9-10				
9-11				
9-12				
9-13				
9-14				
9-15				
9-16				

10

20

【表 16】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
10-1				
10-2				
10-3				
10-4				
10-5				
10-6				
10-7				
10-8				
10-9				
10-10				

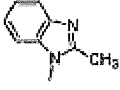

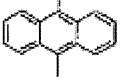
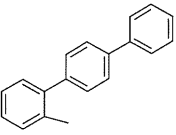
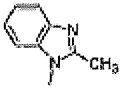

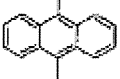
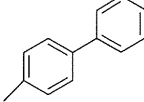
10

20

30

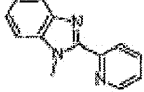

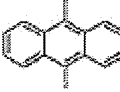



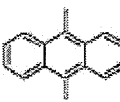

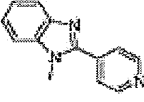

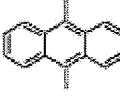

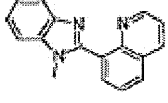

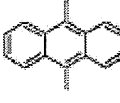
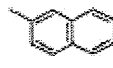
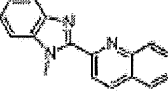

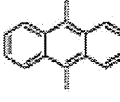

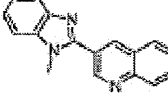

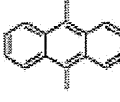

40

【表 17】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
10-11				
10-12				

10

【表 18】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
11-1				
11-2				
11-3				
11-4				
11-5				
11-6				

20

30

40

【表 19】

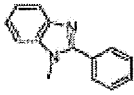

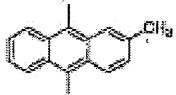



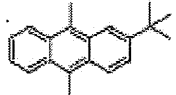

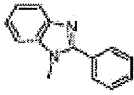

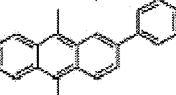

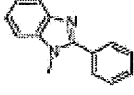

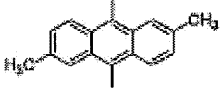

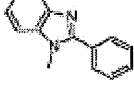

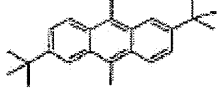

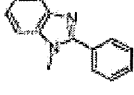

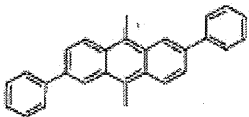

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
12-1		-		
12-2				
12-3				
12-4				
12-5				
12-6				
12-7				
12-8				
12-9				
12-10				
12-11				

10

20

30

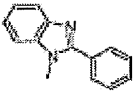

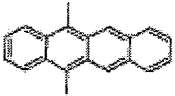

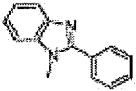

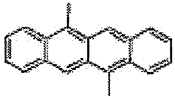

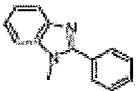

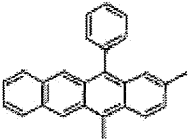

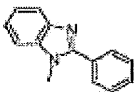

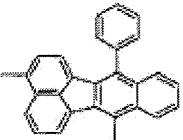

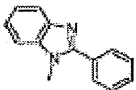



【表 20】

化合物A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
13-1				
13-2				
13-3				
13-4				
13-5				
13-6				

10

20

【表 2 1】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
14-1				
14-2				
14-3				
14-4				
14-5				

10

20

【表 2 2】

化合物 A No.	H A r - L - A r <sup>1</sup> - A r <sup>2</sup>			
	H A r	L	A r <sup>1</sup>	A r <sup>2</sup>
1 5 - 1		/		
1 5 - 2		/		
1 5 - 3		/		
1 5 - 4		/		
1 5 - 5		/		
1 5 - 6		/		
1 5 - 7		/		
1 5 - 8		/		
1 5 - 9		/		
1 5 - 1 0		/		

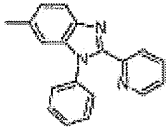
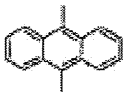

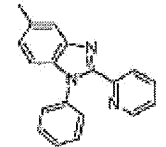
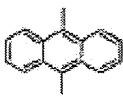

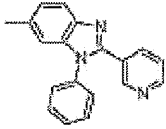
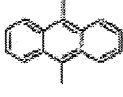

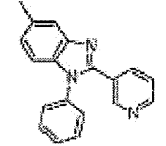
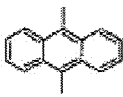

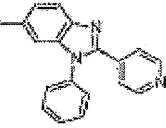
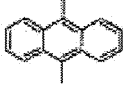

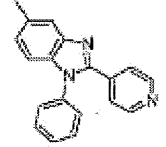
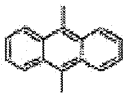

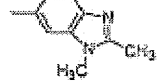
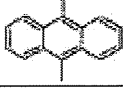

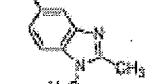
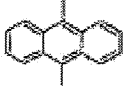

10

20

30

40

【表 2 3】

化合物 A No.	HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>			
	HAr	L	Ar <sup>1</sup>	Ar <sup>2</sup>
16-1		/		
16-2		/		
16-3		/		
16-4		/		
16-5		/		
16-6		/		
16-7		/		
16-8		/		

10

20

30

【表 2 4】

化合物 A No.	H A r - L - A r <sup>1</sup> - A r <sup>2</sup>			
	H A r	L	A r <sup>1</sup>	A r <sup>2</sup>
1 7 - 1		/		
1 7 - 2		/		
1 7 - 3		/		
1 7 - 4		/		
1 7 - 5		/		
1 7 - 6		/		
1 7 - 7		/		
1 7 - 8		/		

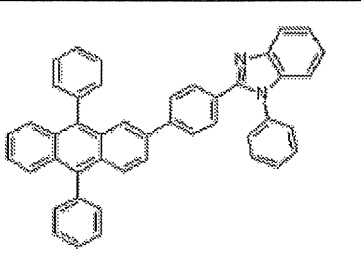
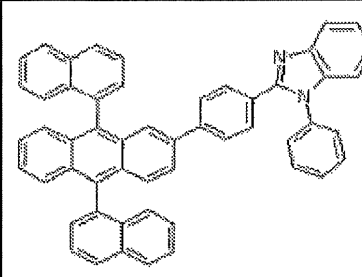
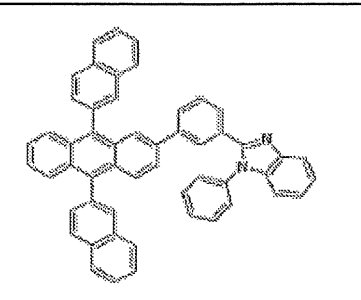
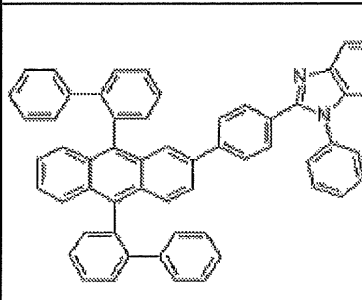
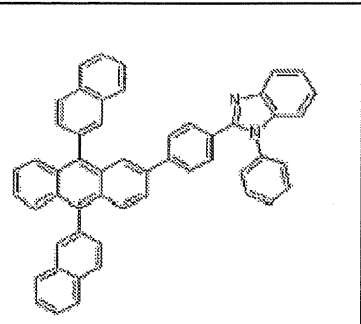
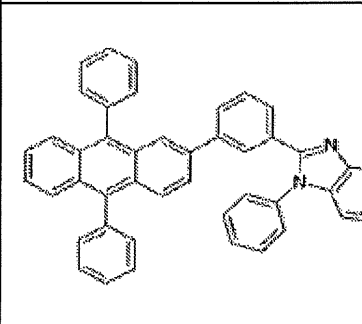
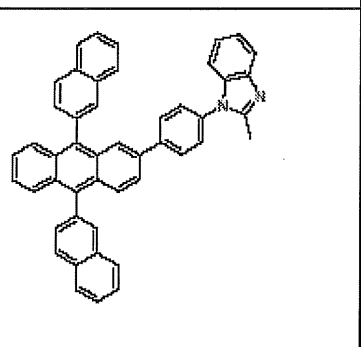
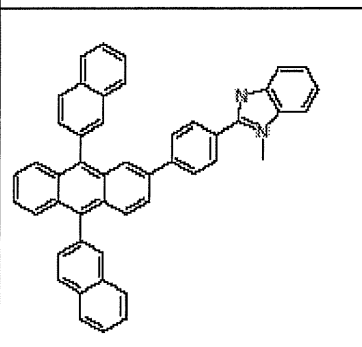
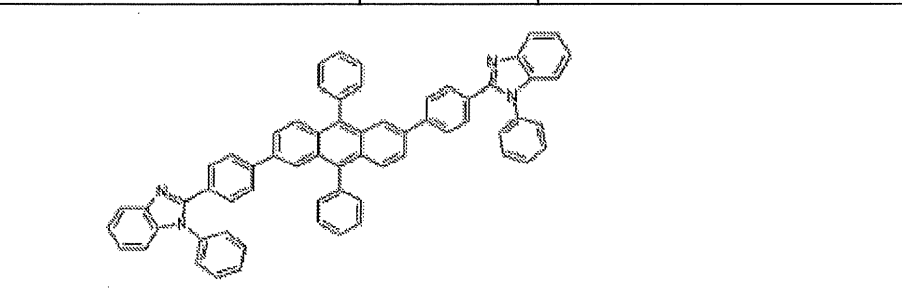
10

20

30

40

【表 2 4 - 1】

化合物No.		化合物No.	
A18-1		A18-2	
A18-3		A18-4	
A18-5		A18-6	
A18-7		A18-8	
A18-9			

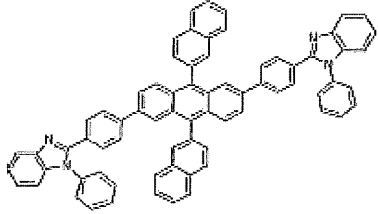
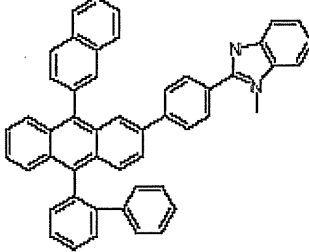
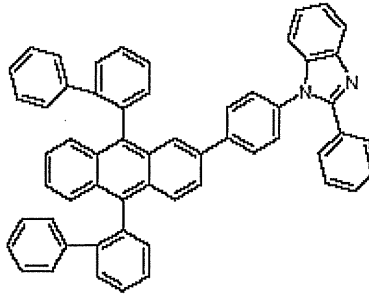
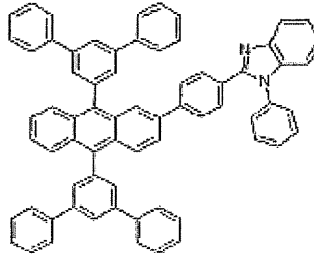
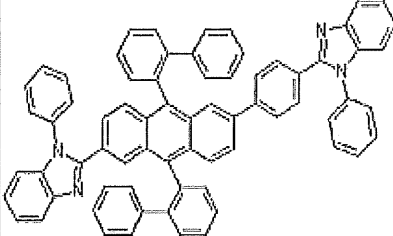
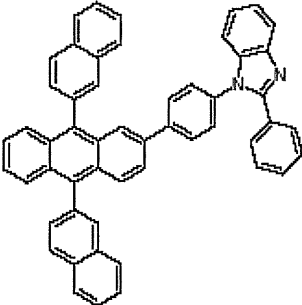
10

20

30

40

【表 2 4 - 2】

化合物No.		化合物No.	
A18-10		A18-11	
A18-12		A18-13	
A18-14		A18-15	

10

20

30

【表 2 5】

化合物 No.	構造式	化合物 No..	構造式
B-1		B-2	
B-3		B-4	
B-5		B-6	
B-7		B-8	

10

20

30

## 【 0 0 4 7 】

尚、上記電子輸送層 1 4 d は 1 種の含窒素複素環誘導体を含む層の単層であってもよく、含窒素複素環誘導体を 2 種以上含んだ混合層であってもよく、含窒素複素環誘導体と他の化合物との混合層であってもよい。ここで、他の化合物としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属およびその酸化物、複合酸化物、フッ化物、炭酸塩から選ばれる少なくとも 1 種が挙げられる。また、電子輸送層 1 4 d が、含窒素複素環誘導体を含む層を複数積層して構成されていてもよく、含窒素複素環誘導体を含む層とこれ以外の化合物の層を含む積層構造であってもよい。この場合、含窒素複素環誘導体以外の化合物の層は、含窒素複素環誘導体を含む層の陽極 1 3 側に配置されても陰極 1 5 側に配置されてもよい。

40

## 【 0 0 4 8 】

次に、有機層 1 4 中の電子輸送層 1 4 d 以外の構成について説明する。上述したように、電子輸送層 1 4 d からなる電子供給層は、正孔注入層 1 4 a および正孔輸送層 1 4 b からなる正孔供給層よりも厚く形成される。そして、上述した電子輸送層 1 4 d の電子供給能に対して正孔供給能のバランスをとるため、正孔注入層 1 4 a と正孔輸送層 1 4 b のトータル膜厚は 6 0 n m 以下で設けられることが好ましい。

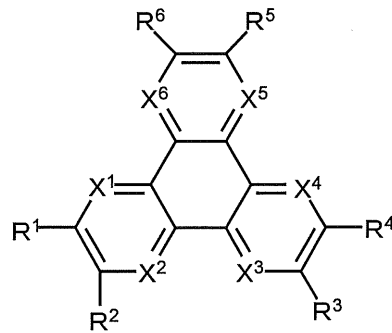
## 【 0 0 4 9 】

50

上記正孔注入層 14 a、正孔輸送層 14 bとしては、一般的な材料を用いることも可能であるが、これらを構成する正孔注入・正孔輸送材料として、下記一般式(4)、(5)、(6)、(7)に示す化合物を用いることで、上述した電子輸送層 14 dの電子供給に対して、発光層 14 cへの正孔供給を最適化できるため、好ましい。これらの化合物は正孔注入層 14 a、正孔輸送層 14 bのどちらに用いてもよいが、窒素(N)含有率の高い組成の化合物を、正孔注入層 14 aとして用いることで、陽極 13からの正孔注入障壁を低減することができ、好ましい。また、本発明の構成においては電子注入が強化されていることから、良好なキャリアバランスを得るためにも陽極界面には正孔注入性の高いアザトリフェニレン誘導体を用いることがさらに好ましい。

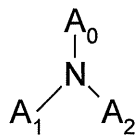
【0050】

## 【化 3】



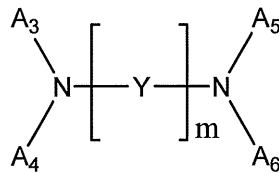
……一般式(4)

10



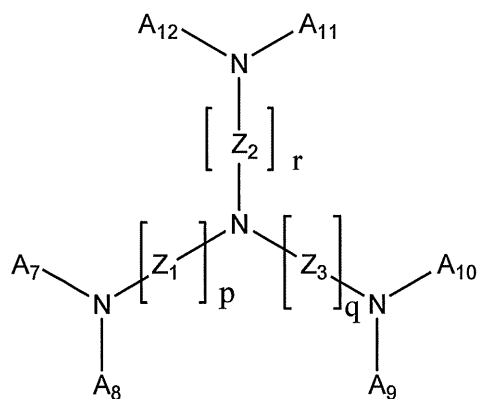
……一般式(5)

20



……一般式(6)

30



……一般式(7)

40

## 【0051】

上記一般式(4)に示すアザトリフェニレン誘導体は、一般式(4)中において、 $R^1 \sim R^6$ がそれぞれ独立に、水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アミノ基、アリールアミノ基、炭素数20以下の置換もしくは無置換のカルボニル基、炭素数20以下の置換もしくは無置換のカルボニルエステル基、炭素数20以下の置換もしくは無置換のアルキル基、炭素数20以下の置換もしくは無置換のアルケニル基、炭素数20以下の置換もしくは無

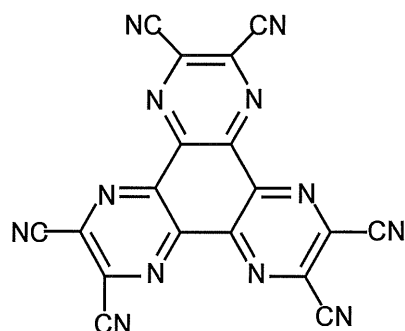
50

置換のアルコキシ基、炭素数 30 以下の置換もしくは無置換のアリール基、炭素数 30 以下の置換もしくは無置換の複素環基、ニトリル基、シアノ基、ニトロ基、またはシリル基から選ばれる置換基であり、隣接する  $R^m$  ( $m = 1 \sim 6$ ) は環状構造を通じて互いに結合してもよい。また  $X^1 \sim X^6$  はそれぞれ独立に炭素もしくは窒素 (N) 原子である。この化合物は、特に X が N 原子のとき、化合物中の N 含有率が高くなるため、正孔注入層 14a に好適に用いられる。

【0052】

ここで、アザトリフェニレン誘導体の具体例としては、下記構造式 (1) に示すヘキサニトリルアザトリフェニレンが挙げられる。

【化 4】



…構造式(1)

10

20

【0053】

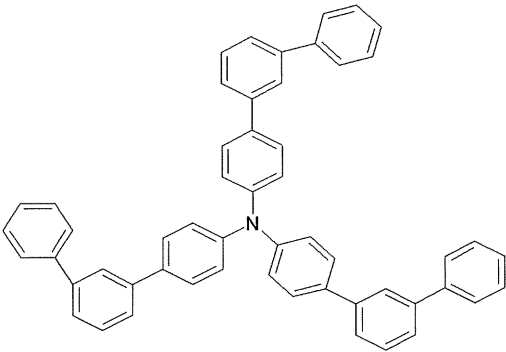
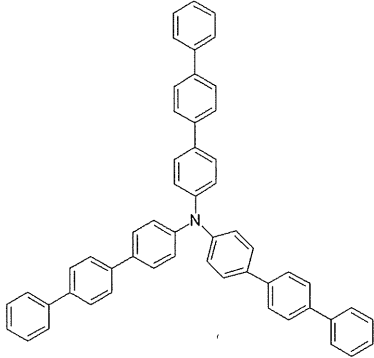
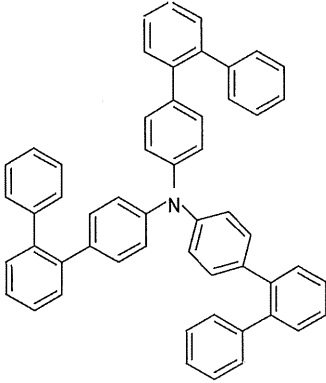
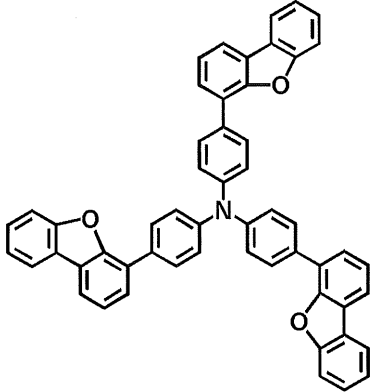
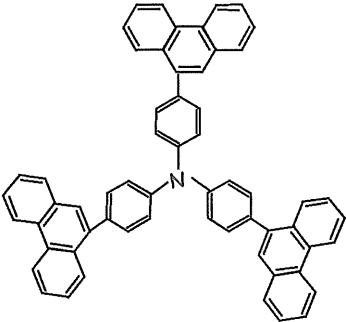
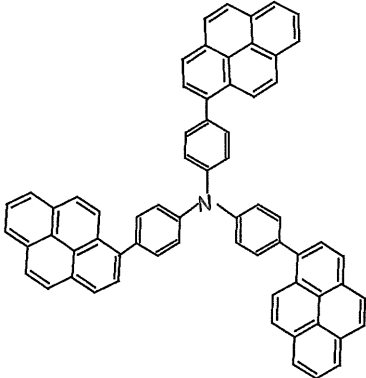
また、上記一般式 (5) に示すアミン誘導体は、上記一般式 (5) 中において、 $A_0 \sim A_2$  はそれぞれ独立に炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素を示し、各々は無置換、もしくは置換基を有してもよく、置換基としては水素、ハロゲン、ヒドロキシ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、又はシリル基から選ばれるものである。

【0054】

ここで、上記アミン誘導体の具体例としては、表 26 ~ 表 27 に示す化合物 C が挙げられる。

30

【表 2 6】

化合物 No. C-1	C-2
	
C-3	C-4
	
C-5	C-6
	

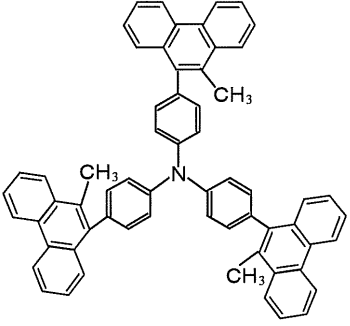
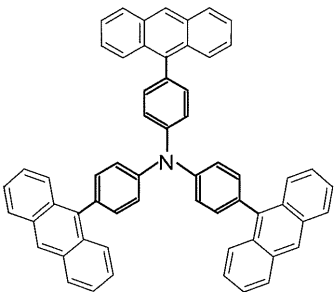
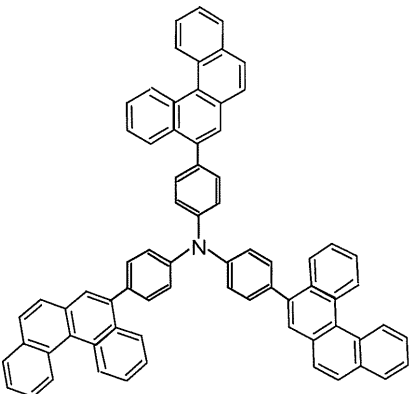
10

20

30

40

【表 27】

化合物 No.C-7	C-8
	
C-9	
	

10

20

30

## 【0055】

また、一般式(6)に示すジアミン誘導体は、一般式(6)中において、 $A_3 \sim A_6$ はそれぞれ独立に炭素数6~20の芳香族炭化水素を示し、各々は無置換、もしくはひとつ以上の置換基を有してもよく、置換基としては水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、又はシリル基から選ばれるものである。また $A_3$ と $A_4$ 、 $A_5$ と $A_6$ はそれぞれ連結基を介して結合していてもよい。Yは芳香族炭化水素を示し、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、フルオランテン、ペリレンから選ばれるものであって、mは1以上の整数を示す。またYは、Nとの結合部位以外の部位に置換基を有していてもよく置換基としては水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、又はシリル基から選ばれるものである。

40

## 【0056】

ここで、上記ジアミン誘導体の具体例としては、表28~表31に示す化合物Dが用いられる。

【表 2 8】

化合物 No.D-1	D-2	D-3	D-4
D-5	D-6	D-7	D-8
D-9	D-10	D-11	D-12
D-13	D-14	D-15	D-16
D-17	D-18	D-19	D-20
D-21	D-22	D-23	D-24

10

20

30

40

【表 2 9】

D-25	D-26	D-27	D-28
D-29	D-30	D-31	D-32
D-33	D-34	D-35	D-36
D-37	D-38	D-39	D-40
D-41	D-42	D-43	D-44
D-45	D-46	D-47	D-48
D-49	D-50	D-51	D-52

10

20

30

40

【表 3 0】

D-53	D-54	D-55	D-56
D-57	D-58	D-59	D-60
D-61	D-62	D-63	D-64
D-65	D-66	D-67	D-68
D-69	D-70	D-71	D-72
D-73	D-74	D-75	D-76

10

20

30

【表 3 1】

D-77	D-78	D-79	D-80
D-81	D-82	D-83	D-84

10

## 【 0 0 5 7 】

また、上記一般式(7)に示すトリアリールアミン多量体は、一般式(7)中において、 $A_7 \sim A_{12}$ はそれぞれ独立に炭素数6~20の芳香族炭化水素を示し、各々は無置換、もしくは置換基を有してもよく、置換基としては水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、又はシリル基から選ばれるものである。 $Z_1$ から $Z_3$ は芳香族炭化水素を示し、ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、ナフタセン、フルオランテン、ペリレンから選ばれるものであって、 $p$ 、 $q$ および $r$ は1以上の整数を示す。)また $A_7$ と $A_8$ 、 $A_9$ と $A_{10}$ 、 $A_{11}$ と $A_{12}$ はそれぞれ連結基を介して結合していてもよい。また $Z_1$ から $Z_3$ は、Nとの結合部位以外の部位に置換基を有していてもよく置換基としては水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボニルエステル基、アルキル基、アルケニル基、環状アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アミノ基、複素環基、シアノ基、ニトリル基、ニトロ基、又はシリル基から選ばれるものである。

20

30

## 【 0 0 5 8 】

ここで、上記トリアリールアミン多量体の具体例としては、表32に示す化合物Eが挙げられる。

【表 3 2】

E-1 	E-2 	E-3 
E-4 	E-5 	E-6 
E-7 	E-8 	E-9 
E-10 	E-11 	E-12 
E-13 	E-14 	E-15 

10

20

30

40

【 0 0 5 9 】

さらに、上記発光層 1 4 c の構成材料としては、電荷の注入機能（電界印加時に陽極、あるいは正孔注入層から正孔を注入することができる一方、陰極層、あるいは電子注入層

50

から電子を注入することができる機能)、輸送機能(注入された正孔及び電子を電界の力で移動させる機能)、発光機能(電子と正孔の再結合の場を提供し、これらを発光につなげる機能)を持つことが好ましい。このような材料としては、例えばホストとして、スチリル誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体または芳香族アミンが挙げられる。スチリル誘導体はジスチル誘導体、トリスチル誘導体、テトラスチル誘導体およびスチリルアミン誘導体の中から選ばれる少なくとも一種類であることが特に好ましい。アントラセン誘導体は非対称アントラセン系化合物であることが好ましい。芳香族アミンは芳香族置換された窒素原子を2~4個有する化合物であることが好ましい。

#### 【0060】

また、発光ドーパントとして蛍光色素を含んでいてもよい。発光ドーパントとしては、例えば、スチリルベンゼン系色素、オキサゾール系色素、ペリレン系色素、クマリン系色素、アクリジン系色素などのレーザー用色素、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、ペンタセン誘導体、クリセン誘導体などの多芳香族炭化水素系材料、ピロメテン骨格化合物もしくは金属錯体、キナクリドン誘導体、シアノメチレンピラン系誘導体(DCM, DCJT B)、ベンゾチアゾール系化合物、ベンゾイミダゾール系化合物、金属キレート化オキシノイド化合物などの蛍光材料から適宜選択して用いることができる。これらの蛍光材料のそれぞれのドーパ濃度は、膜厚比で0.5%以上15%以下であることが好ましい。

10

#### 【0061】

また、有機層14を構成する各層14a~14dは、他の要件を備えてもよい。さらに、各層14a~14cがそれぞれ積層構造であってもよい。例えば、発光層14cが、青色発光層と緑色発光層と赤色発光層との積層構造で構成され、白色に発光する有機電界発光素子を構成してもよい。

20

#### 【0062】

また、このような有機電界発光素子11を基板12上に配列形成してなるアクティブマトリックス方式の表示装置の例について、図2(a)の概略構成図および図2(b)の画素回路の構成図について説明する。

#### 【0063】

図2(a)に示すように、この表示装置20の基板12上には、表示領域12aとその周辺領域12bとが設定されている。表示領域12aには、複数の走査線21と複数の信号線22とが縦横に配線されており、それぞれの交差部に対応して1つの画素aが設けられた画素アレイ部として構成されている。これら各画素aには有機電界発光素子が設けられている。また、周辺領域12bには、走査線21を走査駆動する走査線駆動回路23と、輝度情報に応じた映像信号(すなわち入力信号)を信号線22に供給する信号線駆動回路24とが配置されている。

30

#### 【0064】

図2(b)に示すように、各画素aに設けられる画素回路は、例えば有機電界発光素子11、駆動トランジスタTr1、書き込みトランジスタ(サンプリングトランジスタ)Tr2、および保持容量Csで構成されている。そして、走査線駆動回路23による駆動により、書き込みトランジスタTr2を介して信号線22から書き込まれた映像信号が保持容量Csに保持され、保持された信号量に応じた電流が有機電界発光素子11に供給され、この電流値に応じた輝度で有機電界発光素子11が発光する。

40

#### 【0065】

尚、以上のような画素回路の構成は、あくまでも一例であり、必要に応じて画素回路内に容量素子を設けたり、さらに複数のトランジスタを設けて画素回路を構成しても良い。また、周辺領域12bには、画素回路の変更に応じて必要な駆動回路が追加される。

#### 【0066】

また、以上のような画素回路を持った有機電界発光素子11の駆動方式としては、周波数を持ったパルス波電圧または電流を印加することが好ましい。駆動回路が有機電界発光素子11を発光させるためにパルス波電圧または電流を印加した後、発光させるためにかか

50

る電圧とは逆方向の電圧を印加することが特に好ましい。このような駆動によって、内部に蓄積した電荷を除去できるために発光寿命を長くすることが出来る。

【0067】

尚、本発明にかかる表示装置は、図3に開示したような、封止された構成のモジュール形状のものをも含む。例えば、画素アレイ部である表示領域12aを囲むようにシーリング部25が設けられ、このシーリング部25を接着剤として、透明なガラス等の対向部(封止基板26)に貼り付けられ形成された表示モジュールが該当する。この透明な封止基板26には、カラーフィルタ、保護膜、遮光膜等が設けられてもよい。尚、表示領域12aが形成された表示モジュールとしての基板12には、外部から表示領域12a(画素アレイ部)への信号等を入出力するためのフレキシブルプリント基板27が設けられていて

10

【0068】

このような有機電界発光素子および表示装置によれば、電子輸送層14dが含窒素複素環誘導体を含むことで、含窒素複素環誘導体が高い電子供給能を有することから、電子輸送層14dが正孔注入層および正孔輸送層14bのトータル膜厚よりも厚い膜厚で形成されていても、低い駆動電圧で高効率化に必要な十分な発光層14cへの電子供給が可能となる。また、正孔注入層および正孔輸送層14bのトータル膜厚を電子輸送層14dよりも薄くすることで、正孔の供給を増大させることが可能となる。これにより、正孔と電子の過不足がなく、かつキャリア供給量も十分多いキャリアバランスを得ることができるため、高い発光効率を得ることができる。また、正孔と電子の過不足がないことで、キャリア

20

【0069】

また、本実施形態の有機電界発光素子および表示装置によれば、電子輸送層14dを厚く形成することで、発光層14c中のキャリアの再結合領域を陰極15から離れた位置に配置することができるため、スパッタリング法等による陰極15の成膜時の再結合領域へのダメージを防止することができる。

【0070】

尚、本発明の有機電界発光素子は、TFT基板を用いたアクティブマトリクス方式の表示装置に用いる有機電界発光素子に限定されることはなく、パッシブ方式の表示装置に用いる有機電界発光素子としても適用可能であり、同様の効果を得ることができる。パッシブ方式の表示装置である場合には、上記陰極15または陽極13の一方が信号線として構成され他方が走査線として構成される。

30

【0071】

また、以上の実施形態においては、基板12と反対側に設けた陰極15側から発光を取り出す「上面発光型」の場合を説明した。しかし本発明は、基板12を透明材料で構成することで、発光を基板12側から取り出す「下面発光型」の有機電界発光素子にも適用される。この場合、図1を用いて説明した積層構造において、透明材料からなる基板12上の陽極13を、例えばITOのような仕事関数が高い透明電極材料を用いて構成する。

40

【0072】

さらに、図1を用いて説明した積層構造を、透明材料からなる基板12側から逆に積み上げて陽極13を上部電極とした構成であっても、基板12側から発光光を取り出す「透過型」の有機電界発光素子を構成することができる。この場合においても、上部電極となる陽極13を透明電極に変更することで、基板12側および基板12と反対側の両方から発光光が取り出される。

50

## 【 0 0 7 3 】

また、以上の実施形態で説明した本発明の有機電界発光素子は、発光層を有する有機層のユニットを積層してなるスタック型の有機電界発光素子に適用することも可能である。ここで、スタック型とは、タンデム素子のことであり、例えば、特開平 1 1 - 3 2 9 7 4 8 号公報では、複数の有機発光素子が中間導電層を介して電氣的に直列に接合されていることを特徴とする素子に付いて述べられている。

## 【 0 0 7 4 】

また、特開 2 0 0 3 - 4 5 6 7 6 号公報及び特開 2 0 0 3 - 2 7 2 8 6 0 号公報には、タンデム素子を実現するための素子構成の開示と詳細な実施例が記載されている。これらによれば、有機層のユニットを 2 ユニット積層した場合には、理想的には  $l m / W$  は変ること無しに  $c d / A$  を 2 倍に、3 層積層した場合には、理想的には  $l m / W$  は変ること無しに  $c d / A$  を 3 倍にすることが可能であると述べられている。

## 【 0 0 7 5 】

従って、本発明をタンデム素子に用いた場合には、タンデム素子とすることで効率が向上することによる長寿命化と、本発明における長寿命化効果が相乗効果となり、極めて長寿命な素子を得ることが可能になる。

## 【 0 0 7 6 】

## [ 適用例 ]

以上説明した本発明に係る表示装置は、図 4 ~ 図 8 に示す様々な電子機器、例えば、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置、ビデオカメラなど、電子機器に入力された映像信号、若しくは、電子機器内で生成した映像信号を、画像若しくは映像として表示するあらゆる分野の電子機器の表示装置に適用することが可能である。以下に、本発明が適用される電子機器の一例について説明する。

## 【 0 0 7 7 】

図 4 は、本発明が適用されるテレビを示す斜視図である。本適用例に係るテレビは、フロントパネル 1 0 2 やフィルターガラス 1 0 3 等から構成される映像表示画面部 1 0 1 を含み、その映像表示画面部 1 0 1 として本発明に係る表示装置を用いることにより作成される。

## 【 0 0 7 8 】

図 5 は、本発明が適用されるデジタルカメラを示す斜視図であり、( A ) は表側から見た斜視図、( B ) は裏側から見た斜視図である。本適用例に係るデジタルカメラは、フラッシュ用の発光部 1 1 1、表示部 1 1 2、メニュースイッチ 1 1 3、シャッターボタン 1 1 4 等を含み、その表示部 1 1 2 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

## 【 0 0 7 9 】

図 6 は、本発明が適用されるノート型パーソナルコンピュータを示す斜視図である。本適用例に係るノート型パーソナルコンピュータは、本体 1 2 1 に、文字等を入力するとき操作されるキーボード 1 2 2、画像を表示する表示部 1 2 3 等を含み、その表示部 1 2 3 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

## 【 0 0 8 0 】

図 7 は、本発明が適用されるビデオカメラを示す斜視図である。本適用例に係るビデオカメラは、本体部 1 3 1、前方を向いた側面に被写体撮影用のレンズ 1 3 2、撮影時のスタート/ストップスイッチ 1 3 3、表示部 1 3 4 等を含み、その表示部 1 3 4 として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

## 【 0 0 8 1 】

図 8 は、本発明が適用される携帯端末装置、例えば携帯電話機を示す斜視図であり、( A ) は開いた状態での正面図、( B ) はその側面図、( C ) は閉じた除隊での正面図、( D ) は左側面図、( E ) は右側面図、( F ) は上面図、( G ) は下面図である。本適用例に係る携帯電話機は、上側筐体 1 4 1、下側筐体 1 4 2、連結部(ここではヒンジ部) 1 4 3、ディスプレイ 1 4 4、サブディスプレイ 1 4 5、ピクチャーライト 1 4 6、カメラ

10

20

30

40

50

147等を含み、そのディスプレイ144やサブディスプレイ145として本発明に係る表示装置を用いることにより作製される。

【実施例】

【0082】

次に、本発明の具体的な実施例およびこれらの実施例に対する比較例の有機電界発光素子の製造手順と、これらの評価結果を説明する。

【0083】

<実施例1>

上述した実施の形態において、図1を用いて説明した構成の有機電界発光素子11を形成した。ここでは、陽極13から注入された正孔と陰極15から注入された電子が、発光層14c内で再結合する際に生じた発光光を陽極13と陰極15との間で共振させて、基板12と反対側の陰極15側から取り出す共振器構造で構成される上面発光方式の有機電界発光素子11を形成した。なお、下記表33には、実施例1の層構成と共に後述する実施例2～14Bの層構成を合わせて示すが、各実施例および比較例で共通している構成については、その記載を省略している。以下に有機電界発光素子11の製造手順を説明する。

【0084】

【 表 3 3 】

	陽極	正孔注入層	正孔輸送層	電子輸送層	電流効率 (cd/A)	電圧 (V)	時間 (h)	電圧上昇幅 (ΔV)	
実施例 1	Ag/ITO (200nm/10nm)	D-57 (10nm)	D-43 (30nm)	A9-4(120nm)	7.8	5.2	300		0.2
実施例 2	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-15(120nm)	7.6	5.3	305		0.2
実施例 3	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-16(120nm)	7.0	5.4	280		0.1
実施例 4	Ag/ITO	D-57	D-43	A10-10(120nm)	8.0	5.5	300		0.3
実施例 5	Ag/ITO	D-57	D-43	B-3(120nm)	6.0	10.5	200		0.6
実施例 6	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-15(50%)+ A9-16(50%)(120nm)	7.3	5.8	300		0.1
実施例 7	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-2(60nm)/ A9-4(60nm)	7.0	6.1	302		0.2
実施例 8	Ag/ITO	D-57	D-43	DPA(10nm)/ A9-4(110nm)	7.8	6.0	300		0.2
実施例 9	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-16(100nm)/ Bphen(20nm)+Cs(5%)	7.7	5.1	250		0.1
実施例 10	Al-Nd(10%) (120nm)	構造式(1) (10nm)	D-42/D-82 (10nm/10nm)	A9-4(120nm)	8.8	7.0	300		0.2
実施例 11	Al-Nd(10%)	構造式(1)	D-82(20nm)	A9-4(120nm)	7.0	7.0	300		0.2
実施例 12	Al-Nd(10%)	D-58(60%) +F4TCNQ(40%)(10nm)	D-82	A9-4(120nm)	6.5	9.0	250		0.5
実施例 13	Al-Nd(10%)	構造式(1)	D-82	A1-6(120nm)	6.8	9.0	600		0.1
実施例 14	Al-Nd(10%)	構造式(1)	D-83(20nm)	A1-15(120nm)	6.7	9.2	800		0.1
実施例 14A	Ag/ITO	構造式(1)	D-42(★ nm)	A18-1(120nm)	6.8	5.7	320		0.1
実施例 14B	Ag/ITO	構造式(1)	D-42	A18-15(120nm)	7.0	6.0	380		0.1
比較例 1	Ag/ITO	D-57	D-43	DPA	0.0	20V以上	測定不能		測定不能
比較例 2	Ag/ITO	D-57	D-43	Alq3	3.0	7.3	200		0.2
比較例 3	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-4	4.0	5.5	5		0.2

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

まず、30 mm × 30 mmのガラス板からなる基板12上に、陽極13として、Ag層200 nmの膜厚で形成した後、Ag層上にITO層を10 nmの膜厚で形成した。この場合には、陽極13中のAg層における有機層14側の端面が、形成する共振器構造の第1端面P<sub>1</sub>となる。次に、SiO<sub>2</sub>蒸着により2 mm × 2 mmの発光領域以外を絶縁膜(図示省略)でマスクした有機電界発光素子用のセルを作製した。

【0086】

次に、陽極13上に、正孔注入層14aとして、表30に示した化合物D-57からなるジアミン誘導体を真空蒸着法により10 nm(蒸着速度0.2~0.4 nm/sec)の膜厚で形成した。

【0087】

そしてその上部に、正孔輸送層14bとして、表29に示した化合物D-43を真空蒸着法により30 nm(蒸着速度0.2~0.4 nm/sec)の膜厚で形成した。尚、化合物D-43は、正孔輸送性の材料である。これにより、正孔注入層14aと正孔輸送層14bのトータル膜厚は40 nmとなる。

【0088】

さらに、正孔輸送層14b上に、発光層14cとして、9-(2-ナフチル)-10-[4-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン(ホストA)をホストにし、ドーパントとして青の発光ドーパント化合物であるN,N,N',N'-テトラ(2-ナフチル)-4,4'-ジアミノスチルベン(ドーパントB)を用い、ドーパント濃度が膜厚比で5%となるように、真空蒸着法により36 nmの膜厚で形成した。

【0089】

次いで、発光層14c上に、電子注入層14dとして、電子輸送層14dとして、表14に示した化合物A9-4からなるベンゾイミダゾール誘導体を、真空蒸着法により、正孔注入層14aと正孔輸送層14bのトータル膜厚(40 nm)よりも厚い120 nmの膜厚で形成した。

【0090】

以上のようにして正孔注入層14a~電子輸送層14dまでの有機層14を形成した後、陰極15の第1層15aとして、LiFを真空蒸着法により約0.3 nm(蒸着速度~0.01 nm/sec)の膜厚で形成し、次いで、第2層15bとしてMgAgを真空蒸着法により10 nmの膜厚で形成し、2層構造の陰極15を設けた。この場合には、第2層15bの有機層14側の面が、共振器構造の第2端面P<sub>2</sub>となる。

【0091】

以上のようにして、有機電界発光素子11を作成した。

【0092】

<実施例2>

この実施例においては、電子輸送層14dとして、表15に示した化合物A9-15からなるベンゾイミダゾール誘導体を120 nmの膜厚で形成した以外は、実施例1と同様の方法により有機電界発光素子11を作製した。

【0093】

<実施例3>

この実施例においては、電子輸送層14dとして、表15に示した化合物A9-16からなるベンゾイミダゾール誘導体を120 nmの膜厚で形成した以外は、実施例1と同様の方法により有機電界発光素子11を作製した。

【0094】

<実施例4>

この実施例においては、電子輸送層14dとして、表16に示した化合物A10-10からなるベンゾイミダゾール誘導体を120 nmの膜厚で形成した以外は、実施例1と同様の方法により有機電界発光素子11を作製した。

【0095】

<実施例5>

10

20

30

40

50

この実施例においては、電子輸送層 1 4 d として、表 2 5 に示した化合物 B - 3 からなるフェナントロリン誘導体を 1 2 0 n m の膜厚で形成した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

【 0 0 9 6 】

< 実施例 6 >

この実施例においては、電子輸送層 1 4 d として、表 1 5 に示した化合物 A 9 - 1 5 からなるベンゾイミダゾール誘導体と、表 1 6 に示した化合物 A 1 0 - 1 からなるベンゾイミダゾール誘導体を 5 0 v o l % ずつ混合した層を 1 2 0 n m の膜厚で形成した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

【 0 0 9 7 】

< 実施例 7 >

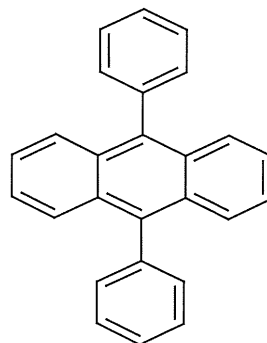
この実施例においては、電子輸送層 1 4 d として、表 1 4 に示した化合物 A 9 - 2 と化合物 A 9 - 4 からなるベンゾイミダゾール誘導体をそれぞれ 6 0 n m の膜厚でこの順に積層し、トータル膜厚で 1 2 0 n m となるように形成した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

【 0 0 9 8 】

< 実施例 8 >

この実施例においては、電子輸送層 1 4 d として、下記構造式 ( 2 ) に示すジフェニルアントラセン ( D P A ) 1 0 n m と、表 1 4 に示した化合物 A 9 - 4 からなるベンゾイミダゾール誘導体 1 1 0 n m をこの順に積層した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

【 化 5 】



DPA

…構造式(2)

【 0 0 9 9 】

< 実施例 9 >

この実施例においては、電子輸送層 1 4 d として、表 1 5 に示した化合物 A 9 - 1 6 からなるベンゾイミダゾール誘導体 1 0 0 n m と、バソフェナントロリンに対し金属セシウムを 5 % ドープした膜 2 0 n m をこの順に積層した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

【 0 1 0 0 】

< 実施例 1 0 >

この実施例においては、陽極 1 3 として、N d を 1 0 w t % 含む A l N d 合金層を 1 2 0 n m の膜厚で形成し、正孔注入層 1 4 a として、上記構造式 ( 1 ) に示したヘキサニトリルアザトリフェニレンを 1 0 n m の膜厚で形成し、正孔輸送層 1 4 b として、表 2 9 に示した化合物 D - 4 2 からなるジアミン誘導体 1 0 n m と、表 3 1 に示した化合物 D - 8 2 からなるジアミン誘導体 1 0 n m とをこの順に積層した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

【 0 1 0 1 】

10

20

30

40

50

## &lt; 実施例 1 1 &gt;

この実施例においては、正孔輸送層 1 4 b として、表 3 1 に示した化合物 D - 8 2 からなるジアミン誘導体を 2 0 n m の膜厚で形成した以外は、実施例 1 0 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

## 【 0 1 0 2 】

## &lt; 実施例 1 2 &gt;

この実施例においては、正孔注入層 1 4 a として、表 3 0 に示した化合物 D 5 8 に対して F 4 T C N Q を 4 0 % ドープした膜を 1 0 n m の膜厚で形成した以外は、実施例 1 0 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

## 【 0 1 0 3 】

## &lt; 実施例 1 3 &gt;

この実施例においては、正孔輸送層 1 4 b として、表 3 1 に示した化合物 D - 8 2 からなるジアミン誘導体を 2 0 n m の膜厚で形成し、電子輸送層 1 4 d として、表 1 に示した化合物 A 1 - 6 からなるベンゾイミダゾール誘導体を 1 2 0 n m の膜厚で形成した以外は、実施例 1 0 と同様の方法により、有機電界発光素子 1 1 を作製した。

## 【 0 1 0 4 】

## &lt; 実施例 1 4 &gt;

この実施例においては、正孔輸送層 1 4 b として、表 3 1 に示した化合物 D - 8 3 からなるジアミン誘導体を 2 0 n m の膜厚で形成し、電子輸送層 1 4 d として、表 2 に示した化合物 A 1 - 1 5 からなるベンゾイミダゾール誘導体を 1 2 0 n m の膜厚で形成した以外は、実施例 1 0 と同様の方法により、有機電界発光素子 1 1 を作製した。

## 【 0 1 0 5 】

## &lt; 実施例 1 4 A &gt;

この実施例においては、実施例 1 の手順で、正孔注入層 1 4 a として、上記構造式 ( 1 ) に示したヘキサニトリルアザトリフェニレンを 1 0 n m の膜厚で形成し、正孔輸送層 1 4 b として表 2 9 に示した化合物 D - 4 2 からなるジアミン誘導体を 3 0 n m の膜厚で形成し、電子輸送層 1 4 d として表 2 4 - 1 に示した化合物 A 1 8 - 1 からなるベンゾイミダゾール誘導体を 1 2 0 n m の膜厚で形成したこと以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

## 【 0 1 0 6 】

## &lt; 実施例 1 4 B &gt;

この実施例においては、実施例 1 の手順で、正孔注入層 1 4 a として、上記構造式 ( 1 ) に示したヘキサニトリルアザトリフェニレンを 1 0 n m の膜厚で形成し、正孔輸送層 1 4 b として表 2 9 に示した化合物 D - 4 2 からなるジアミン誘導体を 3 0 n m の膜厚で形成し、電子輸送層 1 4 d として表 2 4 - 2 に示した化合物 A 1 8 - 15 からなるベンゾイミダゾール誘導体を 1 2 0 n m の膜厚で形成したこと以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子 1 1 を作製した。

## 【 0 1 0 7 】

## &lt; 比較例 1 &gt;

一方、上述した実施例 1 ~ 1 4 , 1 4 A , 1 4 B に対する比較例 1 として、電子輸送層 1 4 d として、上記構造式 ( 2 ) に示す D P A を 1 2 0 n m の膜厚となるように形成した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子を作製した。

## 【 0 1 0 8 】

## &lt; 比較例 2 &gt;

上述した実施例 1 ~ 1 4 , 1 4 A , 1 4 B に対する比較例 2 として、電子輸送層 1 4 d として、A 1 q 3 を 1 5 n m の膜厚となるように形成した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子を作製した。ただし、実施例 1 ~ 9 と同様に、陽極 1 3 と陰極 1 5 との間で発光光を共振させて取り出すキャビティ構造として構成するため、正孔注入層 1 4 a の膜厚を 1 0 n m 、正孔輸送層 1 4 b の膜厚を 1 4 0 n m 、発光層 1 4 c の膜厚を 2 0 n m に調整した。

10

20

30

40

50

## 【0109】

## &lt; 比較例 3 &gt;

上述した実施例 1 ~ 14, 14A, 14B に対する比較例 3 として、電子輸送層 14d として、表 14 に示した化合物 A9-4 を 15 nm の膜厚となるように形成した以外は、実施例 1 と同様の方法により有機電界発光素子を作製した。ただし、実施例 1 ~ 11 と同様に、共振器構造とするため、正孔注入層 14a の膜厚を 10 nm、正孔輸送層 14b の膜厚を 140 nm、発光層 14c の膜厚を 20 nm に調整した。

## 【0110】

## &lt; 評価結果 1 &gt;

上述のように作製した実施例 1 ~ 14, 14A, 14B および比較例 1 ~ 3 の有機電界発光素子について、 $10 \text{ mA cm}^{-2}$  の電流密度における電圧 (V) および電流効率 (cd/A) を測定した。また、50、duty 25% で  $100 \text{ mA cm}^{-2}$  の定電流駆動時の初期輝度を 1 とした相対輝度が 0.9 に低下する時間を発光寿命として測定し、この際の駆動電圧上昇幅 (V) を測定した。この結果を上記表 33 に合わせて示した。

10

## 【0111】

この表に示すように、電子輸送層 14d にベンゾイミダゾール誘導体を含み、電子輸送層 14d を正孔注入層 14a および正孔輸送層 14b のトータル膜厚よりも厚い膜厚で構成した実施例 1 ~ 14, 14A, 14B の有機電界発光素子 11 は、比較例 1 ~ 3 の有機電界発光素子と比較して、電流効率が  $6.0 \text{ cd/A}$  以上と高く、かつ、発光寿命が 200 h 以上と長いことが確認された。したがって、高効率化と長寿命化の両方が実現可能であることが確認された。

20

## 【0112】

特に、実施例 10 の有機電界発光素子 11 では、電流効率が  $8.8 \text{ (cd/A)}$  であり、他の実施例と比較しても高い発光効率を示した。また、実施例 13 の有機電界発光素子 11 では、発光寿命が 600 h、実施例 14 の有機電界発光素子 11 では、発光寿命が 800 h と寿命が顕著に長くなることが確認された。

## 【0113】

## &lt; 実施例 15 ~ 19 &gt;

さらに、実施例 15 ~ 19 として、有機層 14 の全体膜厚は一定にして電子輸送層 14d のうち化合物 A9-4 を含む層の膜厚を 70、100、126、150、185 nm に変化させて有機電界発光素子 11 を作製した。

30

## 【0114】

素子構成としては、陽極 13 として Al-Nd (10wt%) 合金層、正孔注入層 14a として上記構造式 (1) に示したヘキサニトリルアザトリフェニレン、正孔輸送層 14b に上記化合物 D-43、発光層 14c として 9-(2-ナフチル)-10-[4-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン (ホスト A) をホストにし、ドーパントとして青の発光ドーパント化合物である N,N,N',N'-テトラ(2-ナフチル)-4,4'-ジアミノスチルベン (ドーパント B) を用い、ドーパント濃度が膜厚比で 5% となるように形成した層をそれぞれ用いた。電子輸送層 14d には表 14 に示した化合物 A9-4 を用い、有機層 14 の全体膜厚は一定にして電子輸送層 14d のうち化合物 A9-4 を含む層の膜厚を 70、100、126、150、185 nm に変化させて有機電界発光素子 11 を作製した。各実施例の有機電界発光素子 11 の各構成の材質および膜厚については、表 34 に示す。この際、実施例 13 ~ 15 については、膜厚調整層として 9-(2-ナフチル)-10-[4-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン (ホスト A) を用い、電子輸送層 14d の膜厚を調整した。それ以外は実施例 1 と同様にして素子を形成し、効率・電圧・寿命を測定した。

40

【表 3 4】

(単位: nm)

	電子輸送層		正孔注入層	正孔輸送層	発光層	陽極
	含窒素複素環誘導体層	膜厚調整層				
構成材料	化合物 A9-4	ホスト A	構造式(1)	化合物 D-43	ホスト A +ドープant B	Al-Nd (10%)
実施例 15	70	56	10	30	36	120
実施例 16	100	26	10	30	36	120
実施例 17	126	0	10	30	36	120
実施例 18	150	0	10	30	16	120
実施例 19	185	0	5	5	7	120
比較例 4	10	116	10	30	36	120
比較例 5	30	96	10	30	36	120
比較例 6	50	76	10	30	36	120
比較例 7	60	66	10	30	36	120

10

20

## 【0115】

## &lt; 比較例 4 ~ 7 &gt;

上記実施例 15 ~ 19 に対する比較例 4 ~ 7 として、電子輸送層 14 d 中の化合物 A9-4 を含む層の膜厚を 10、30、50、60 nm とした以外は、実施例 15 と同様の方法により、有機電界発光素子を作製した。この際、有機電界発光素子を共振器構造とするため、実施例 15 ~ 19 と同様に、膜厚調整層として 9-(2-ナフチル)-10-[4-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン(ホスト A) を用い、電子輸送層 14 d の膜厚を調整した。

30

## 【0116】

## &lt; 評価結果 2 &gt;

上述のように作製した実施例 15 ~ 19 および比較例 4 ~ 7 の有機電界発光素子について、 $10 \text{ mA cm}^{-2}$  の電流密度における駆動電圧 (V) を測定した結果を図 9 のグラフに示す。このグラフに示すように、電子輸送層 14 d を構成する化合物 A9-4 の膜厚が薄膜で膜厚調整層の膜厚が厚いほど高電圧化することが確認された。

40

## 【0117】

## &lt; 評価結果 3 &gt;

上述のように作製した実施例 15 ~ 19 および比較例 4 ~ 7 の有機電界発光素子について、 $10 \text{ mA cm}^{-2}$  の電流密度における電流効率 (cd/A) を測定した結果を図 10 のグラフに示す。このグラフに示すように、電子輸送層 14 d を構成する化合物 A9-4 の膜厚が 70 nm ~ 130 nm の範囲では高い電流効率を示すことが確認された。尚、化合物 A9-4 の膜厚が 150 nm、180 nm の有機電界発光素子で電流効率が低下するのは、電子輸送層 14 d が厚くなる分、発光層 14 c の膜厚が薄くなるためと考えられる。

## 【0118】

## &lt; 評価結果 4 &gt;

50

上述のように作製した実施例 15 ~ 19 および比較例 4 ~ 7 の有機電界発光素子について、50 duty 25% で 100 mA cm<sup>-2</sup> の定電流駆動時の初期輝度を 1 とした相対輝度が 0.9 に低下する時間を発光寿命として測定した結果を図 11 のグラフに示す。比較例 4 ~ 7 の有機電界発光素子と比較して、実施例 15 ~ 19 の有機電界発光素子は発光寿命が長いことが確認された。尚、化合物 A9-4 の膜厚が 150 nm、180 nm の有機電界発光素子で発光寿命が低下するのは、電子輸送層 14d が厚くなる分、発光層 14c の膜厚が薄くなるためと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図 1】本発明の実施形態に係る有機電界発光素子の構成を示す断面図である。

10

【図 2】本発明の実施形態に係る表示装置の回路構成の一例を示す回路構成図である。

【図 3】本発明が適用される封止された構成のモジュール形状の表示装置を示す構成図である。

【図 4】本発明が適用されるテレビを示す斜視図である。

【図 5】本発明が適用されるデジタルカメラを示す斜視図であり、(A) は表側から見た斜視図、(B) は裏側から見た斜視図である。

【図 6】本発明が適用されるノート型パーソナルコンピュータを示す斜視図である。

【図 7】本発明が適用されるビデオカメラを示す斜視図である。

【図 8】本発明が適用される携帯端末装置、例えば携帯電話機を示す斜視図であり、(A) は開いた状態での正面図、(B) はその側面図、(C) は閉じた状態での正面図、(D) は左側面図、(E) は右側面図、(F) は上面図、(G) は下面図である。

20

【図 9】含窒素複素環誘導体を含む層の膜厚を変化させた場合の駆動電圧の変化を示すグラフである。

【図 10】含窒素複素環誘導体を含む層の膜厚を変化させた場合の電流効率の変化を示すグラフである。

【図 11】含窒素複素環誘導体を含む層の膜厚を変化させた場合の発光寿命の変化を示すグラフである。

【図 12】従来の有機電界発光素子の構成を示す断面図である。

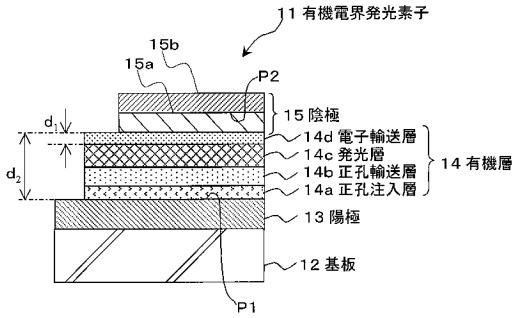
【符号の説明】

【0120】

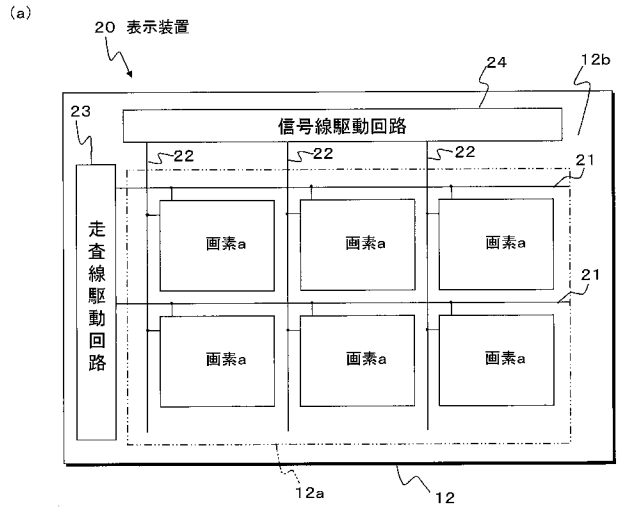
30

11 ... 有機電界発光素子、13 ... 陽極、14 ... 有機層、14c ... 発光層、14d ... 電子輸送層、15 ... 陰極

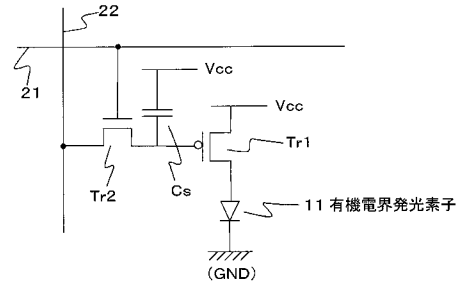
【 図 1 】



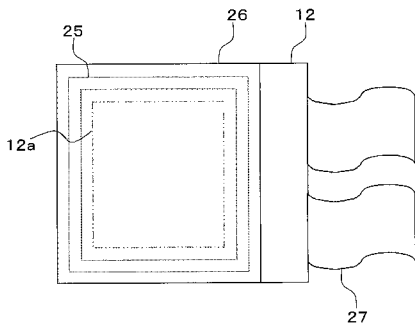
【 図 2 】



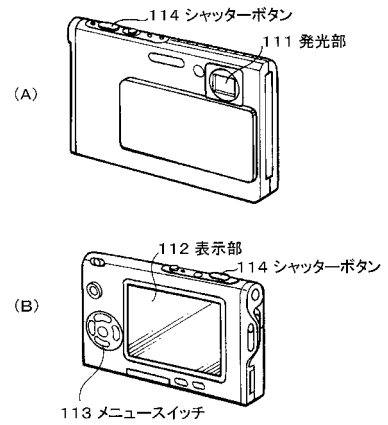
(b)



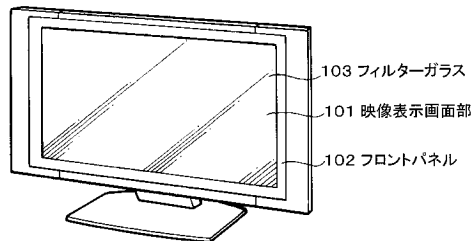
【 図 3 】



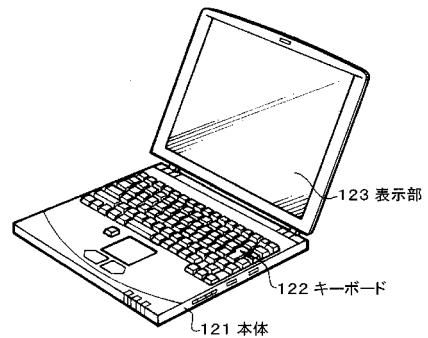
【 図 5 】



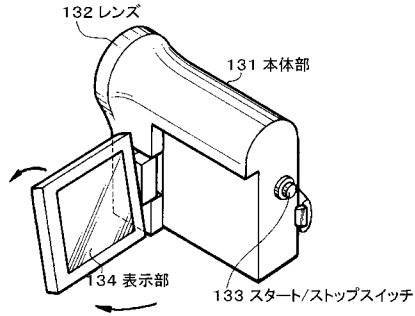
【 図 4 】



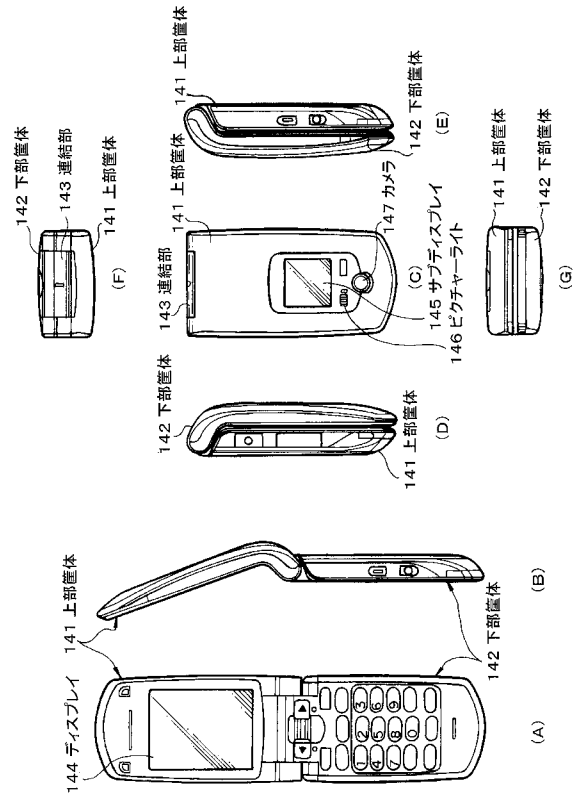
【 図 6 】



【 図 7 】

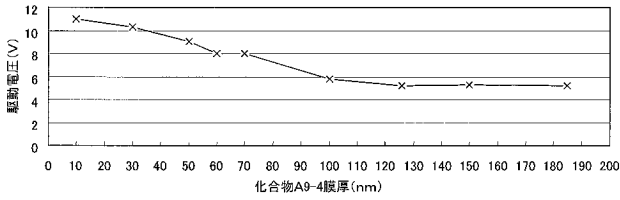


【 図 8 】

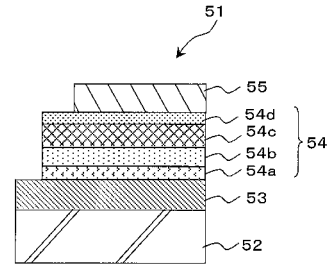


【 図 9 】

電圧-膜厚グラフ

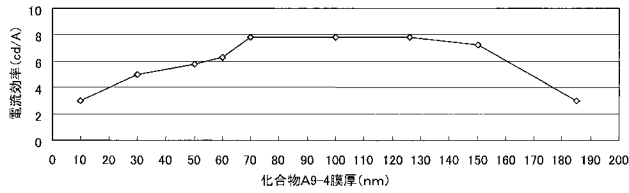


【 図 1 2 】



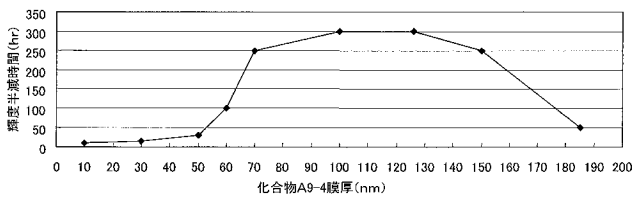
【 図 1 0 】

電流効率-膜厚グラフ



【 図 1 1 】

寿命-膜厚グラフ



---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 弘志

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC12 CC21 DD71 DD74 DD78 FF15

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	<a href="#">JP2008252084A</a>	公开(公告)日	2008-10-16
申请号	JP2008055950	申请日	2008-03-06
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	神戸江美子 中村明史 鬼島靖典 山本弘志		
发明人	神戸 江美子 中村 明史 鬼島 靖典 山本 弘志		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/5048 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0072 H01L51/5052 H01L51/5206 H01L51/5218 H01L51/5234 H01L51/5265 H01L2251/558 Y10S428/917 Y10T428/26		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/22.D H05B33/14.A C09K11/06.690 G09F9/30.365 G09F9/30.365.Z H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC21 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/FF15 5C094/AA37 5C094/BA27 5C094/FB20 5C094/HA08 5C094/JA08		
代理人(译)	船桥 国则		
优先权	2007056599 2007-03-07 JP		
其他公开文献	JP5024124B2 JP2008252084A5		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够实现高效率 and 长寿命的有机电致发光器件和显示器件。 解决方案：有机层14从阳极13一侧依次层叠有空穴注入层14a，空穴传输层14b，发光层14c和电子传输层14d，该有机层夹在阳极13和阴极15之间。 在如此构成的有机电致发光器件11中，电子传输层14d包含含氮杂环衍生物，并且电子传输层14比空穴注入层14a和空穴传输层14b的总厚度厚。 提供一种有机电致发光元件和显示装置。 [选型图] 图1

