

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294187

(P2005-294187A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

H05B 33/22

H05B 33/14

F I

H05B 33/22

H05B 33/14

D

A

テーマコード (参考)

3K007

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-110868 (P2004-110868)

(22) 出願日 平成16年4月5日(2004.4.5)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

(72) 発明者 柴沼 徹朗

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(72) 発明者 鬼島 靖典

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(72) 発明者 松田 英介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB04 AB11 DB03 FA01

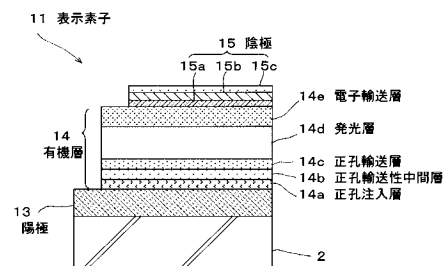
(54) 【発明の名称】 表示素子

(57) 【要約】

【課題】従来の素子構造から大きな素子構造の変更をすることなく、また発光色によらずに、表示素子の初期劣化およびその後の定常的な劣化の速度を小さく抑えることが可能で、これにより長時間の安定した発光を与えることが可能な表示素子を提供する。

【解決手段】陰極15と陽極13との間に、陽極13側から順に正孔輸送層および発光層14dが積層された有機層14を挟持してなる表示素子11において、正孔輸送層は、当該正孔輸送層14cとその陽極13側に配置された正孔輸送性中間層14bとの積層構造からなる。この正孔輸送性中間層14bは、アリールアミン骨格を有する材料で構成されているか、発光層14d側に配置された正孔輸送層14cを構成する材料よりも正孔移動度の高い材料で構成されているか、または発光層14dのホスト材料よりも最高占有分子軌道(HOMO)がエネルギー的に低いレベルである材料で構成されていることとする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陰極と陽極との間に、当該陽極側から順に正孔輸送層および発光層が積層された有機層を挟持してなる表示素子において、

前記正孔輸送層は、積層構造からなり、当該正孔輸送層を構成する複数層のうちの前記陽極側に配置された層が、アリールアミン骨格を有する材料で構成されている

ことを特徴とする表示素子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の表示素子において、

前記正孔輸送層を構成する複数層のうちの前記陽極側に配置された層が、 α -NPD 誘導体からなる

ことを特徴とする表示素子。

【請求項 3】

陰極と陽極との間に、当該陽極側から順に正孔輸送層および発光層が積層された有機層を挟持してなる表示素子において、

前記正孔輸送層は、積層構造からなり、当該正孔輸送層を構成する複数層のうちの前記陽極側に配置された層が、前記発光層側に配置された層を構成する材料よりも正孔移動度の高い材料で構成されている

ことを特徴とする表示素子。

【請求項 4】

請求項 3 記載の表示素子において、

前記正孔輸送層を構成する複数層のうちの前記陽極側に配置された層が、 α -NPD 誘導体からなる

ことを特徴とする表示素子。

【請求項 5】

陰極と陽極との間に、当該陽極側から順に正孔輸送層および発光層が積層された有機層を挟持してなる表示素子において、

前記正孔輸送層は、積層構造からなり、当該正孔輸送層を構成する複数層のうちの前記陽極側に配置された層が、前記発光層のホスト材料よりも最高占有分子軌道 (HOMO) がエネルギー的に低いレベルである材料で構成されている

ことを特徴とする表示素子。

【請求項 6】

請求項 5 記載の表示素子において、

前記正孔輸送層を構成する複数層のうちの前記陽極側に配置された層が、 α -NPD 誘導体からなる

ことを特徴とする表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カラーディスプレイなどに用いられる表示素子に関し、特には有機層を備えた自発光型の表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、マルチメディア指向の商品を初めとし、人間と機械とのインターフェースの重要性が高まってきている。人間がより快適に効率良く機械操作するためには、操作される機械からの情報を誤りなく、簡潔に、そして瞬時に、十分な量取り出す必要があり、その為にディスプレイを初めとする様々な表示素子について研究が行われている。

【0003】

また、機械の小型化に伴い、表示素子の小型化、薄型化に対する要求も日々、高まっているのが現状である。例えば、ノート型パーソナルコンピュータ、ノート型ワードプロセッサなどの、表示素子一体型であるラップトップ型情報処理機器の小型化には目を見張る進歩があり、それに伴い、その表示素子である液晶ディスプレイに関しての技術革新も素晴らしいものがある。液晶ディスプレイは、様々な製品のインターフェースとして用いられており、ラップトップ型情報処理機器はもちろんのこと、小型テレビや時計、電卓を初めとし、我々の日常使用する製品に多く用いられている。

【 0 0 0 4 】

ところが、液晶ディスプレイは、自発光性でないためバックライトを必要とし、このバックライト駆動に液晶を駆動するよりも電力を必要とする。また、視野角が狭いため、大型ディスプレイ等の大型表示素子には適していない。さらに、液晶分子の配向状態による表示方法なので、視野角の中においても、角度によりコントラストが変化してしまう。しかも、液晶は基底状態における分子のコンフォメーションの変化を利用して表示を行っているので、ダイナミックレンジが広くとれない。これは、液晶ディスプレイが動画表示には向かない理由の一つになっている。

【 0 0 0 5 】

これに対し、自発光性表示素子は、プラズマ表示素子、無機電界発光素子、有機電界発光素子等が研究されている。

【 0 0 0 6 】

プラズマ表示素子は低圧ガス中でのプラズマ発光を表示に用いたもので、大型化、大容量化に適しているものの、薄型化、コストの面での問題を抱えている。また、駆動に高電圧の交流バイアスを必要とし、携帯用デバイスには適していない。

【 0 0 0 7 】

無機電界発光素子は、緑色発光ディスプレイ等が商品化されたが、プラズマ表示素子と同様に、交流バイアス駆動であり駆動には数百V必要であり、ユーザーに受け入れられなかった。しかし、技術的な発展により、今日ではカラーディスプレイ表示に必要なRGB三原色の発光には成功しているが、青色発光材料が高輝度、長寿命で発光可能なものが無く、また、無機材料のために、分子設計などによる発光波長等の制御は困難である。

【 0 0 0 8 】

2000年には、無機電界発光素子を用いたフルカラーディスプレイが発表されたが、色変換方式を用いており、理想的な独立三原色駆動方式でのデバイス化は難しい。

【 0 0 0 9 】

一方、有機化合物による電界発光現象は、1960年代前半にHelfrichらにより強く蛍光を発生するアントラセン単結晶への、キャリア注入による発光現象が発見されて以来、長い期間、研究されてきたが、低輝度、単色で、しかも単結晶であった為、有機材料へのキャリア注入という基礎的研究として行われていた。

【 0 0 1 0 】

しかし、1978年にEastman Kodak社のTangらが低電圧駆動、高輝度発光が可能なアモルファス発光層を有する積層構造の有機電界発光素子を発表して以来、各方面でRGB三原色の発光、安定性、輝度上昇、積層構造、作製法等の研究開発が盛んに行なわれている。C. Adachi、S. Tokito、T. Tsutsui、S. Saito等のJapanese Journal of Applied Physics第27巻2号L269～L271頁(1988年)掲載の研究報告に記載されているように、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料の3層構造(ダブルヘテロ構造の有機EL素子)が開発され、更に、C. W. Tang、S. A. VanSlyke、C. H. Chen等のJournal of Applied Physics第65巻9号3610～3616頁(1989年)掲載の研究報告に記載されているように、電子輸送材料中に発光材料を含ませた素子構造などが開発されてきた。

【 0 0 1 1 】

また、有機材料の特徴である分子設計等により様々な新規材料が発明され、直流低電圧駆動、薄型、自発光性等の優れた特徴を有する有機電界発光素子のカラーディスプレイへ

の応用研究も盛んに行われ始めている。

【 0 0 1 2 】

図 3 には、このような表示素子（有機電界発光素子）の一構成例を示す。この図に示す表示素子 1 は、例えばガラス等からなる透明な基板 2 上に設けられている。この表示素子 1 は、基板 2 上に設けられた I T O（Indium Tin Oxide：透明電極）からなる陽極 3、この陽極 3 上に設けられた有機層 4、さらにこの上部に設けられた陰極 5 とで構成されている。有機層 4 は、陽極 3 側から、例えば正孔注入層 4 a、正孔輸送層 4 b および電子輸送性の発光層 4 c を順次積層させた構成となっている。このように構成された表示素子 1 では、陰極 5 から注入された電子と陽極 3 から注入された正孔とが発光層 4 c にて再結合する際に生じる光が基板 2 側から取り出される。

10

【 0 0 1 3 】

またこのような構成の他にも、基板 2 側から順に、陰極 5、有機層 4、陽極 3 を順次積層した構成や、さらには上方に位置する電極（上部電極）を透明材料で構成することで、基板 2 と反対側から光を取り出すようにした、いわゆる上面発光型の表示素子もある。そして特に、基板上に薄膜トランジスタ（thin film transistor：以下 T F T と記す）を設けて成るアクティブマトリックス型の表示装置においては、T F T が形成された基板上に上面発光型の表示素子を設けた、いわゆる上面発光素子構造とすることが、発光部の開口率を向上させる上で有利になる。

【 0 0 1 4 】

このような上面発光素子構造の表示装置において、上部電極が陰極である場合、この上部電極は、例えば L i F、L i₂O や、C s O 等の金属フッ化物或いは酸化物層を用いて注入電極が構成される。また、これらの注入電極上に M g A g 層を積層させる場合もある。

20

【 0 0 1 5 】

また、上面発光素子構造では、陽極として I T O 等の透明電極を用いることで両サイドからの光の取り出しも可能であるが、一般的には不透明電極が用いられ、キャビティ構造を形成する。キャビティ構造の有機層膜厚は、発光波長によって規定され、多重干渉の計算から導くことが可能である。上面発光素子構造では、このキャビティ構造を積極的に用いることにより、外部への光取り出し効率の改善や発光スペクトルの制御を行うことが可能である。

30

【 0 0 1 6 】

以上説明した構成の表示素子（有機電界発光素子）においては、有機層 4 の積層構成により、輝度の向上や発光効率の向上、さらには発光光の色純度の向上図られる。例えば、青色発光素子においては、アルミニウム錯体を電子輸送層に用いながら、有機 E L 素子の積層構造の中にエキシトン生成促進層を設けて正孔と電子のエネルギー的な閉じ込め構造を作ることによって発光層にて正孔と電子が効率良く結合し、高い輝度および発光材料独自の青色発光を得られることが開示されている（下記特許文献 1 - 4 参照）。

【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】特開平 1 0 - 7 9 2 9 7、

【特許文献 2】特開平 1 1 - 2 0 4 2 5 8、

【特許文献 3】特開平 1 1 - 2 0 4 2 6 4、

【特許文献 4】特開平 1 1 - 2 0 4 2 5 9

40

【 0 0 1 8 】

また、青色以外の発光色においてもエネルギー移動によって発光層からエネルギーが拡散し効率が低下する素子の場合も、正孔ブロッキング層と呼ばれる層を発光層と電子輸送層の間に設けることによって高効率の発光が得られることが知られている（下記特許文献 5 - 6 参照）。

【 0 0 1 9 】

【特許文献 5】特開 2 0 0 1 - 2 3 7 0 7 9、

【特許文献 6】特開 2 0 0 1 - 2 3 7 0 8 0

50

【 0 0 2 0 】

ところで、上述したような自発光型の表示素子、特に是有機層を備えた発光素子を用いて表示装置を構成する場合、表示素子の長寿命化および信頼性の確保が最も重要な課題の一つである。

【 0 0 2 1 】

一般的に、表示素子の寿命は、輝度の低下を伴う初期劣化およびその後の定常的な劣化の速度によって決定される。つまり、表示素子の長寿命化を達成するためには、表示素子の初期劣化およびその後の定常的な劣化の速度を小さく抑えることが重要になる。

【 0 0 2 2 】

また、発光素子の信頼性を向上するためには正孔と電子の再結合領域を広くし、広い領域でエキシトン生成する事が好ましいが、実際の素子ではホール輸送層と発光層界面に発光中心が局在している場合が大半であり、このことが長期的な劣化を引き起こしている要因の一つと考えられる。従って、発光材料の経時的な局所的劣化を抑制することが、長期的な劣化の抑制に対して有効と考えられる。そこで、例えば緑色発光素子においては、電子輸送性の発光層に正孔輸送材料をドーピングすることで信頼性が大きく向上することが報告されている（下記非特許文献 1 , 2 参照）。

【 0 0 2 3 】

【非特許文献 1】Applied Physics Letters 第 7 5 巻 2 号 172 ~ 174 頁（1999 年）

【非特許文献 2】Applied Physics Letters 第 8 0 巻 5 号 725 ~ 727 頁（2002 年）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 2 4 】

しかしながら、広バンドギャップの青色の表示素子に対して、上述した非特許文献 1 , 2 と同様の構成を適用した場合、正孔が電子輸送層まで到達し電子輸送層として積層している A 1 q 3 等が発光し、緑色の発光になってしまうという問題がある。

【 0 0 2 5 】

そこで本発明は、従来の素子構造から大きな素子構造の変更をすることなく、また発光色によらずに、表示素子の初期劣化およびその後の定常的な劣化の速度を小さく抑えることが可能で、これにより長時間の安定した発光を与えることが可能な表示素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 6 】

このような目的を達成するための本発明は、陰極と陽極との間に、当該陽極側から順に正孔輸送層および発光層が積層された有機層を挟持してなる表示素子において、正孔輸送層が積層構造からなる。このような正孔輸送層を構成する複数層のうちの、陽極側に配置された層は、（ 1 ）アリアルアミン骨格を有する材料で構成されているか、（ 2 ）発光層側に配置された層を構成する材料よりも正孔移動度の高い材料で構成されているか、さらには（ 3 ）発光層のホスト材料よりも最高占有分子軌道（HOMO : Highest Occupied Molecular Orbital）がエネルギー的に低いレベルである材料で構成されている。そして、以上の（ 1 ）～（ 3 ）の構成において、正孔輸送層を構成する陽極側に配置された層は、 α -NPD 誘導体からなるものを例示できる。

【 0 0 2 7 】

このような構成の表示素子では、発光層と陽極との間の正孔輸送層を積層構成とすることで、正孔輸送層と発光層との界面よりも陽極側に、正孔輸送層の界面が設けられることになる。これにより、この界面に、通常は電子よりも移動度の高い正孔がトラップされ、正孔輸送層と発光層との界面に達する正孔量が制限される。したがって、余剰の正孔が発光層界面に蓄積されることによる発光層の劣化が防止される。

【 0 0 2 8 】

この際、よりも正孔輸送層の陽極側を構成する層は、上述した（ 1 ）、（ 2 ）、（ 3 ）のような材料からなることが好ましい。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0029】

以上のように、本発明の表示素子によれば、正孔輸送層を構成する複数層のうちの、陽極側に配置された層を、(1)アリアルアミン骨格を有する材料で構成する、(2)発光層側に配置された層を構成する材料よりも正孔移動度の高い材料で構成するか、さらには(3)発光層のホスト材料よりも最高占有分子軌道(HOMO)がエネルギー的に低いレベルである材料で構成することにより、発光層界面においての余剰な正孔の蓄積が防止されて、発光層の劣化を防止できる。したがって、発光色によらずに、表示素子の初期劣化およびその後の定常的な劣化の速度を小さく抑えることが可能で、これにより表示素子の寿命特性の向上を図ることが可能になる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

図1は、本発明の表示素子の一構成例を示す断面図である。この図に示す表示素子11は、発光ユニットを積層してなるスタック型の表示素子11であり、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。

【0031】

以下の説明においては、陽極13から注入された正孔と電荷発生層15において発生した電子が発光層14内で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の表示素子の構成を説明する。

20

【0032】

まず、表示素子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、この表示素子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、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、上面発光方式の表示素子11をTFTを用いて駆動する構造となる。

【0033】

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(SnO₂)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、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。

30

【0034】

表示素子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電荷注入効率を高めることも可能である。

【0035】

尚、この表示素子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。

40

【0036】

また、有機層14は、陽極13側から順に、正孔注入層14a、正孔輸送性中間層14b、正孔輸送層14c、発光層14d及び電子輸送層14eを積層してなる。このような有機層14においては、正孔輸送性中間層14bおよび正孔輸送層14cとを積層させたことにより、実質的には正孔輸送層を積層構造とした構成となっている。

【0037】

50

これらの各層は、例えば真空蒸着法や、例えばスピン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。尚、これらの各層 14 a ~ 14 e が他の要件を備えることは、これを妨げず、例えば発光層 14 d が電子輸送層 14 e を兼ねた電子輸送性発光層であることも可能であり、発光層 14 d は、正孔輸送性の発光層 14 d であっても良く、また、各層が積層構造になることも可能である。例えば発光層 14 d が、さらに青色発光部と緑色発光部と赤色発光部から形成される白色発光素子であっても良い。

【0038】

これらの各層のうち、正孔輸送性中間層 14 b を除く、正孔注入層 14 a、正孔輸送層 14 c、発光層 14 d、および電子輸送層 14 e を構成する材料に限定条件はない。

【0039】

例えば正孔輸送層 14 c であるならば、ベンジジン誘導体、スチリルアミン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、ヒドラゾン誘導体などの正孔輸送材料を用いることができるが、本発明において、長寿命化に特に効果的であったのは、トリフェニルアミン誘導体の場合であり、その効果は顕著であった。

【0040】

また、発光層 14 d は、ベリレン誘導体、クマリン誘導体、ピラン系色素、トリフェニルアミン誘導体等の有機物質を微量含む有機薄膜であっても良く、この場合には発光層 14 d を構成する材料に対して微量分子の共蒸着を行うことで形成される。また特に、ホール輸送の特徴を持つ三級アミンを分子構造中に有する発光中心は、分子間相互作用が小さく、濃度消光しにくい特徴を有するものであれば、高濃度のドーピングが可能になり、最適なドーパントの 1 つとして機能する。

【0041】

次に、本発明の特徴である正孔輸送性中間層 14 b について述べる。

【0042】

正孔輸送性中間層 14 b、すなわち正孔輸送層を構成する積層構造のうちの陽極 13 側に配置された層としては、(1) アリールアミン骨格を有する材料で構成されているか、(2) 発光層 14 d 側に配置された正孔輸送層 14 c を構成する材料よりも、正孔移動度 (μh) の高い材料で構成されているか、さらには (3) 発光層 14 d を構成するホスト材料よりも最高占有分子軌道 (HOMO) がエネルギー的に低いレベルである材料で構成されていることとする。

【0043】

ここで、正孔輸送性中間層 14 b の目的は、陽極 13 から注入され正孔輸送層 14 c と発光層 14 d の界面の正孔輸送層 14 c 側に局在して蓄積される正孔を、正孔輸送性中間層 14 b と正孔輸送層 14 c 界面の正孔輸送性中間層 14 b の界面に蓄積させることにより、必要十分な正孔を効率良く発光層 14 c に注入することで、注入因子 (発光層 14 d に対する電子と正孔との注入バランス) γ を 1 に近づけることにより、長寿命化を達成することである。

【0044】

従って、エネルギーレベルで考えると、正孔輸送性中間層 14 b の最高占有分子軌道 (HOMO) は、発光層 14 d のホスト材料 (主材料) の HOMO よりもエネルギー的に低いレベルであることが好ましい。また、正孔輸送層 14 c の HOMO が、正孔輸送性中間層 14 b よりも浅い (絶対値として小さい: すなわちエネルギーレベル的に高い) 方がより好ましい。ただし、正孔輸送層 14 c と正孔輸送性中間層 14 b とが同じレベルの HOMO を持つ材料であっても、正孔移動度 (μh) や置換基による材料の持つ性質の違い、膜性の違い等により、注入に対する障壁が存在するため、正孔輸送層 14 c の HOMO のレベルが正孔輸送性中間層 14 b よりも浅い (絶対値として小さい) ことは、必須ではない。

【0045】

正孔輸送性中間層 14 b の材料は、基本的には正孔を輸送する材料であれば効果はあると考えられ、正孔注入層 14 a や正孔輸送層 14 c に用いられる材料を初めとし、特に

10

20

30

40

50

一般的に正孔輸送性を有するアリールアミン骨格を有する材料を用いることが好ましい。

【0046】

また、正孔輸送性中間層14bを構成する材料としては、正孔移動度(μh)の大きい材料を用いることが好ましく、このような材料としてもアリールアミン系骨格を持つ材料を例示することができる。特に2量体材料に付いてはホール移動度の大きい材料が多く、 α -NPD(α -naphthyl phenil diamine)などはホール移動度が $10E-3 [cm^2/V \cdot S]$ オーダーであり、正孔輸送性中間層14bとして良好に作用する。

【0047】

そして、以上のような性質を備えた正孔輸送性中間層14bの構成材料としては、 α -NPD誘導体からなるものを例示できる。

10

【0048】

尚、有機層14は、このような層構造に限定されることはなく、少なくとも正孔輸送層が上述した正孔輸送性中間層14bを有する積層構造であれば、必要に応じた積層構造を選択することができる。例えば、発光層14dは、正孔輸送性の発光層14dであっても良く、また発光層14d上にさらに電子輸送層を設けた構成であっても良い。また、以上の各有機層、例えば正孔注入層14a、正孔輸送層14cは、それぞれが複数層からなる積層構造であっても良い。

【0049】

次に、陰極15は、陽極13側から順に第1層15a、第2層15b、場合によっては第3層15cを積層させた3層構造で構成されている。

20

【0050】

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、例えばリチウム(Li)の酸化物である Li_2O や、セシウム(Cs)の酸化物である Cs_2O 、さらにはこれらの酸化物の混合物を用いることができる。また、第1層15aはこのような材料に限定されることはなく、例えば、カルシウム(Ca)、バリウム(Ba)等のアルカリ土類金属、リチウム(Li)、セシウム(Cs)等のアルカリ金属、さらにはインジウム(In)、マグネシウム(Mg)、銀(Ag)等の仕事関数の小さい金属、さらにはこれらの金属のフッ化物、酸化物等を、単体でまたはこれらの金属およびフッ化物、酸化物の混合物や合金として安定性を高めて使用しても良い。

30

【0051】

また、第2層15bは、MgAg等のアルカリ土類金属で構成される電極或いはAl等の電極で構成される。上面発光素子の様に半透過性電極で陰極15を構成する場合には、薄膜のMgAg電極やCa電極を用いることで光を取り出すことが可能である。光透過性を有しかつ導電性が良好な材料で構成することで、この表示素子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キャビティ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を構成する。これにより、この第2層15bの界面と、光反射性を有する陽極13の界面で発光を反射させてキャビティ効果を得る。

【0052】

さらに第3層15cは、電極の劣化抑制のために透明なランタノイド系酸化物を設けることで、発光を取り出すこともできる封止電極として形成することも可能である。

40

【0053】

尚、以上の第1層15a、第2層15b、および第3層15c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、この表示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良い。

【0054】

50

また、ここに示した陰極 1 5 の電極構造は 3 層構造である。しかしながら、陰極 1 5 は、陰極 1 5 を構成する各層の機能分離を行った際に必要な積層構造であれば、第 2 層 1 5 b のみで構成したり、第 1 層 1 5 a と第 2 層 1 5 b との間にさらに I T O などの透明電極を形成したりすることも可能であり、作製されるデバイスの構造に最適な組み合わせ、積層構造を取れば良いことは言うまでもない。

【 0 0 5 5 】

以上説明したように本実施形態の表示素子 1 1 では、発光層 1 4 d と陽極 1 4 a との間に配置される正孔輸送層を、正孔輸送層 1 4 c とその陽極 1 4 a 側の正孔輸送性中間層 1 4 b との積層構成としている。これにより、正孔輸送層 1 4 c と発光層 1 4 d との界面よりも陽極 1 3 側に、正孔輸送層 1 4 c と正孔輸送性中間層 1 4 b との界面が付け加えられたことになる。このため、この付け加えられた界面に、通常は電子よりも移動度の高い正孔がトラップされ、正孔輸送層 1 4 c と発光層 1 4 d との界面に達する正孔量が制限される。したがって、余剰の正孔が発光層 1 4 d 界面に蓄積されることによる発光層 1 4 d の劣化が防止される。

10

【 0 0 5 6 】

この結果、表示素子 1 1 の発光色によらずに、当該表示素子 1 1 の初期劣化およびその後の定常的な劣化の速度を小さく抑えることが可能で、これにより表示素子 1 1 の寿命特性の向上を図ることが可能になる。

【 0 0 5 7 】

尚、本発明の表示素子は、T F T 基板を用いたアクティブマトリックス方式の表示装置に用いる表示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表示素子としても適用可能であり、同様の効果（長期信頼性の向上）を得ることができる。

20

【 0 0 5 8 】

また、以上の実施形態においては、基板 1 2 と反対側に設けた陰極 1 5 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 1 2 を透明材料で構成することで、発光を基板 1 2 側から取り出す「透過型」の表示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 1 2 上の陽極 1 3 を、例えば I T O 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。これにより、基板 1 2 側および基板 1 2 と反対側の両方から発光光が取り出される。また、このような構成において、陰極 1 5 を反射材料で構成することにより、基板 1 2 側からのみ発光光が取り出される。この場合、陰極 1 5 の最上層に A u G e や A u 、 P t 等の封止電極を付けても良い。

30

【 0 0 5 9 】

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 1 2 側から逆に積み上げて陽極 1 3 を上部電極とした構成であっても、基板 1 2 側から発光光を取り出す「透過型」の表示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 1 3 を透明電極に変更することで、基板 1 2 側および基板 1 2 と反対側の両方から発光光が取り出される。

【 0 0 6 0 】

また、以上の実施形態で説明した本発明の表示素子は、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表示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、マルチフォトンエミッション素子（M P E 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。

40

【 0 0 6 1 】

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、マルチフォトンエミッション素子（M P E 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 1 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 1 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

50

れている。

【 0 0 6 2 】

従って、本発明をスタック型に用いた場合には、スタック型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。

【 実施例 】

【 0 0 6 3 】

次に、本発明の具体的な実施例 1 ~ 3、およびこれらの実施例に対する比較例 1 ~ 3 の表示素子の製造手順と、これらの評価結果を説明する。

【 0 0 6 4 】

10

< 実施例 1 ~ 3 >

各実施例 1 ~ 3 では、上述した実施の形態で図 1 を用いて説明した表示素子 1 1 の構成において、正孔輸送性中間層 1 4 b をそれぞれの材料を用いて構成した各表示素子 1 1 を作製した。以下に先ず、実施例 1 ~ 3 の表示素子 1 1 の製造手順を説明する。

【 0 0 6 5 】

3 0 m m × 3 0 m m のガラス板からなる基板 1 2 上に、陽極 1 3 として A g 合金（膜厚約 1 0 0 n m ）を形成し、さらに S i O₂ 蒸着により 2 m m × 2 m m 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。

【 0 0 6 6 】

20

次に、下記表 1 に示す各材料をそれぞれの膜厚で成膜した積層構造で、正孔注入層 1 4 a、正孔輸送性中間層 1 4 b、正孔輸送層 1 4 c を順次形成した。

【表 1】

	正孔注入層 14a		正孔輸送性中間層 14b		正孔輸送層 14c	
	材料	膜厚 (Å)	材料	膜厚 (Å)	材料	膜厚 (Å)
実施例 1	HI-406	10	α -NPD	10	HT-320	15
実施例 2	HI-406	10	β -NPD	10	HT-320	15
実施例 3	HI-406	10	TPD	10	HT-320	15
比較例 1	HI-406	15	—	—	HT-320	15
比較例 2	HI-406	15	—	—	α -NPD	15
比較例 3	HI-406	15	—	—	α -NPD+HT-320	15

10

20

30

【0067】

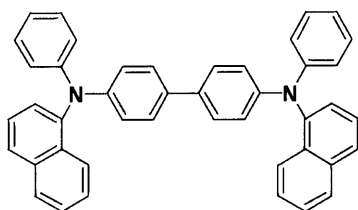
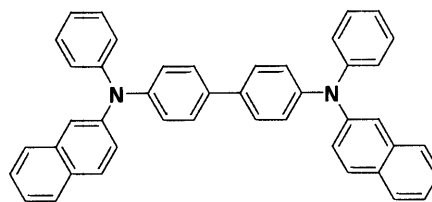
すなわち、正孔注入層 14a として、HI-406（出光興産株式会社製：商品名）を真空蒸着法により 10 nm（蒸着速度 0.2 ~ 0.4 nm/sec）の膜厚で形成した。尚、HI-406 は、ホール注入性の材料である。

【0068】

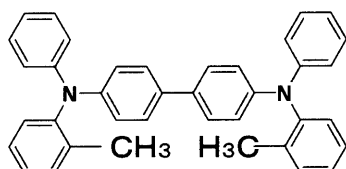
次いで、正孔輸送性中間層 14b として、実施例 1 では下記式（1）に示す α -NPD を、実施例 2 では下記式（2）に示す β -NPD を、実施例 3 では下記式（3）に示す TPD を、それぞれ真空蒸着法により 10 nm（蒸着速度 0.1 nm/sec）の膜厚で形成した。

40

【化 1】

(1) α -NPD(2) β -NPD

10



(3) TPD

【0069】

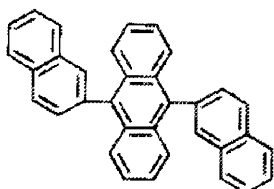
そして最後に、正孔輸送層 14 c として、HT-320 (出光興産株式会社製：商品名) を 10 nm (蒸着速度 0.2 ~ 0.4 nm/sec) の膜厚で形成した。尚、HT-320 は、ホール注入性の材料である。

20

【0070】

さらに、発光層 14 d として、下記式 (4) に示す ADN をホストにし、ドーパントとして BD-052x (出光興産株式会社：商品名) を用い、ドーパント濃度が膜厚比で 5 % になるように、これらの材料を真空蒸着法により 32 nm の合計膜厚で成膜した。

【化 2】



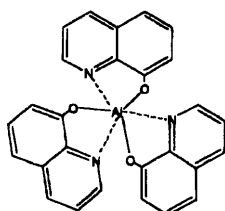
(4) ADN

30

【0071】

最後に、電子輸送層 14 e として、下記式 (5) に示す Alq3 (8-hydroxy quinorine aluminum) を、真空蒸着法により 18 nm の膜厚で蒸着成膜した。

【化 3】



(5) Alq3

40

【0072】

以上のようにして正孔注入層 14 a ~ 電子輸送層 14 e までの有機層 14 を形成した後、陰極 15 の第 1 層 15 a 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 15 b として MgAg を真空蒸

50

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。

【0073】

< 比較例 1 ~ 3 >

図 1 を用いて説明した表示素子の構成において、正孔輸送性中間層 14 b を設けることなく、正孔注入層 14 a 上に正孔輸送層 14 c を直接設けた構成の表示素子を作製した。つまり、正孔輸送層を単層構造とした表示素子を作製した。比較例 1 ~ 3 における正孔注入層 14 a および正孔輸送層 14 c の材料および膜厚は、上記表 1 に示す通りである。また、作製手順は、上述した実施例の作製手順において、正孔注入層 14 a 上に直接正孔輸送層 14 c を形成する工程のみを変更した手順とした。尚、比較例 3 における正孔輸送層 14 c は、 α -NPD と HT-320 とを膜厚比で 1 : 1 の割合とした。

10

【0074】

< 評価結果 >

図 2 には、実施例 1 および比較例 1 ~ 3 で作製した表示素子における相対輝度の経時変化を示すグラフであり、それぞれの表示素子における初期の輝度を 1 とした相対輝度として示した。駆動条件は $90 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の定電流駆動で、Duty 50 とした。尚、実施例 2, 3 は、実施例 1 と同様の結果であり、図 2 においては実施例 1 ~ 3 を代表して実施例 1 の結果を示している。

【0075】

この結果から、正孔注入層 14 a と正孔輸送層 14 c との間に正孔輸送性中間層 14 b を設けて正孔輸送層を積層構造とした実施例 1 の表示素子は、正孔注入層 14 a と正孔輸送層 14 c との間に正孔輸送性中間層 14 b を設けていない（正孔輸送層が単層構造である）比較例 1 ~ 3 の何れの表示素子よりも、相対輝度が 0.5 にまで低下する速度（すなわち半減寿命）が延長され、正孔輸送層を積層構造として正孔輸送性中間層 14 b を設けることが表示素子における長期信頼性の向上に効果的であることが確認された。

20

【0076】

また、正孔輸送性中間層 14 b の構成材料と正孔輸送層 14 c との構成材料との混合層を正孔輸送層 14 c とした比較例 3 は、 α -NPD または HT-320 の単層で正孔輸送層 14 c を構成した比較例 1, 2 よりもさらに半減寿命が劣化した。この結果から、正孔輸送層は、各材料の混合層ではなく、各材料の積層構造とすることの重要性が確認された。

【図面の簡単な説明】

30

【0077】

【図 1】本発明の表示素子の一構成例を示す断面図である。

【図 2】実施例 1 および比較例 1 ~ 3 における表示素子の相対輝度の経時変化を示すグラフである。

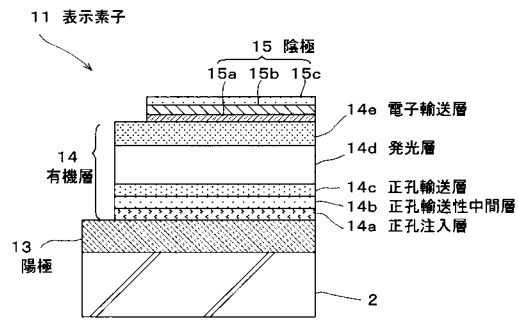
【図 3】従来の表示素子の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

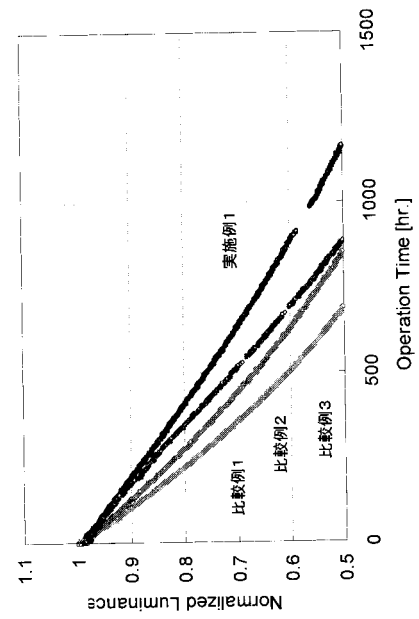
【0078】

11 ... 表示素子、13 ... 陽極、14 ... 発光層、14 a ... 正孔注入層、14 b ... 正孔輸送性中間層、14 c ... 正孔輸送層、14 d ... 発光層、15 ... 陰極

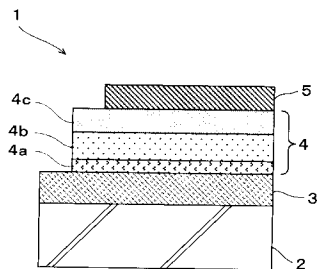
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

【要約の続き】

专利名称(译)	显示元素		
公开(公告)号	JP2005294187A	公开(公告)日	2005-10-20
申请号	JP2004110868	申请日	2004-04-05
[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	柴沼 徹朗 鬼島 靖典 松田 英介		
发明人	柴沼 徹朗 鬼島 靖典 松田 英介		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/14 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/22.D H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB04 3K007/AB11 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC21 3K107/DD72 3K107/DD78		
代理人(译)	船桥 国则		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了减少显示元件的初始劣化和随后的稳定劣化速率，不改变传统元件结构的大元件结构，无论发光颜色如何，提供一种能够长时间稳定发光的显示元件。 解决方案：在夹在阴极15和阳极13之间的显示元件11中，从阳极13侧依次层叠空穴传输层和发光层14d的有机层14，空穴传输层，以及设置在阳极13侧的空穴传输层14c和空穴传输中间层14b的层叠结构。空穴传输中间层14b由具有芳胺骨架的材料制成，或者由空穴迁移率高于构成设置在发光层14d侧的空穴传输层14c的材料制成。或者由最高占据分子轨道（HOMO）的能级低于发光层14d的主体材料制成。 点域1

