

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2003 - 303681

(P2003 - 303681A)

(43)公開日 平成15年10月24日(2003.10.24)

(51) Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト* (参考)
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	3 K 0 0 7
C 2 3 C 14/34		C 2 3 C 14/34	S 4 K 0 2 9
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A
33/26		33/26	Z

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 17数)

(21)出願番号 特願2002 - 106628(P2002 - 106628)

(22)出願日 平成14年4月9日(2002.4.9)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 藤田 悦昌

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャ-プ株式会社内

(72)発明者 小倉 隆

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャ-プ株式会社内

(74)代理人 100065248

弁理士 野河 信太郎

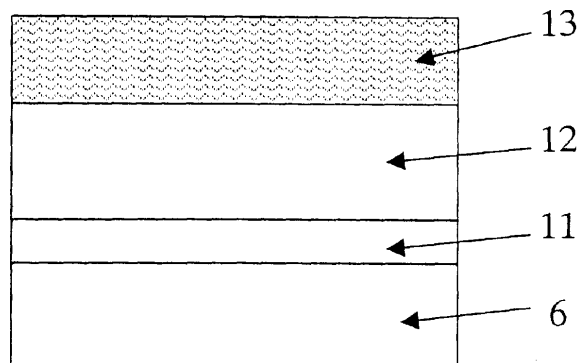
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機 L E D 素子およびその製造方法、有機 L E D 表示装置

(57)【要約】

【課題】 スパッタダメージを完全に防止して、抵抗加熱蒸着法で対向電極を形成した場合と比べて、同等以上の高発光効率を有し、かつ長寿命な有機 L E D 素子を提供することを課題とする。

【解決手段】 基板上に、第 1 電極、少なくとも 1 層の発光層を有する有機 L E D 層および第 2 電極を順次形成して有機 L E D 素子を製造するにあたり、第 2 電極をスパッタ法により間欠的に形成することを特徴とする有機 L E D 素子の製造方法により、上記の課題を解決する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、第1電極、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層および第2電極を順次形成して有機LED素子を製造するにあたり、第2電極をスパッタ法により間欠的に形成することを特徴とする有機LED素子の製造方法。

【請求項2】 スパッタ法が、DCマグネトロンスパッタ法である請求項1に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項3】 第2電極をスパッタ法により間欠的に形成する手段が、

(a) 基板ホルダーとターゲットとの間にシャッターを設け、シャッターを開閉する手段、

(b) 基板ホルダーとターゲットとの間にシャッターを、基板ホルダーに対して複数のターゲットを設け、複数のターゲットの間に基板ホルダーを移動させ、基板ホルダーとターゲットとの間の開放と遮断を繰り返す手段、

(c) 基板ホルダーとターゲットとの間に開口部を有する回転体のマスクを設け、マスクを回転させる手段、および

(d) 回転機構を備えた基板ホルダーとターゲットとの間に開口部を有する平板のマスクを設け、基板ホルダーを回転させる手段のいずれかである請求項1または2に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項4】 手段(a)、(b)、(c)または(d)において、基板ホルダーの基板載置面とターゲットの対スパッタ面とを非平行に配置する請求項3に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項5】 手段(b)において、基板ホルダーの基板載置面とターゲットの対スパッタ面とが対向しないように各構成要素を配置する請求項3または4に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項6】 第2電極をスパッタ法により間欠的に形成する手段が、手段(d)である請求項3または4に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項7】 さらに、有機LED層と第2電極との間に、抵抗加熱蒸着法により、1層以上の層からなる保護電極を形成する工程を含む請求項1～6のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項8】 保護電極が、第2電極より薄い膜厚である請求項7に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項9】 保護電極が、膜厚10nm以下である1層以上の層からなる請求項7または8に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項10】 保護電極が、アルカリ金属、アルカリ土類金属および希土類元素から選択される元素を含有する請求項7～9のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項11】 さらに、有機LED層と第2電極との

*間に、有機保護層を形成する工程を含む請求項1～10のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項12】 有機保護層が、ポリチオフェン誘導体またはアニリン誘導体により構成される請求項11に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項13】 有機保護層が、アルカリ金属、アルカリ土類金属および希土類元素から選択される元素を含有する請求項11または12に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項14】 第2電極が、透明電極である請求項1～13のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項15】 さらに、基板と第1電極との間に、反射電極を形成する工程を含み、第1電極が透明電極である請求項1～14のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項16】 透明電極が、インジウム(In)および亜鉛(Zn)からなる酸化物、またはインジウム(In)および錫(Sn)からなる酸化物により構成される請求項14または15に記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項17】 基板上に、予め薄膜トランジスタ(TFT)を形成する工程を含む請求項1～16のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法。

【請求項18】 請求項1～17のいずれか1つに記載の有機LED素子の製造方法により得られる有機LED素子。

【請求項19】 請求項17に記載の有機LED素子の製造方法により得られる有機LED素子が1画素を構成し、かつ薄膜トランジスタ(TFT)がスイッチング用および電流制御用として機能することを特徴とするアクティブマトリクス駆動型有機LED表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機LED素子およびその製造方法、有機LED表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高度情報化に伴い、フラットパネルディスプレイへのニーズが高まっている。フラットパネルディスプレイとしては、非自発光型の液晶ディスプレイ(LCD)、自発光型のプラズマディスプレイ(PD)、無機エレクトロルミネセンス(IOEL)ディスプレイや有機エレクトロルミネセンス(OEL)ディスプレイのエレクトロルミネセンス(EL)ディスプレイなどが知られている。これらの中でも、有機ELディスプレイの進歩は特に著しい。

【0003】有機ELディスプレイにおいては、ディスプレイを構成する有機LED素子に単純マトリクス駆動をさせて、動画表示を行う技術が知られていた(特開平2-37385号公報、有機エレクトロニクス材料研

研究会編「有機LED素子の残された重要課題と実用化戦略」(株式会社文伸ブックショップ、1999年7月1日発行)、55頁参照)。しかしながら、上記の方法では線順次駆動を行うので、走査線数が数百本と多い場合には、必要とされる瞬間輝度が数十万～数百万cd/m²にも達してしまい、次のような問題があった。

(1) 駆動電圧が高くなり、配線での電圧降下が大きくなる。

(2) 高輝度側の低発光効率の領域での駆動が強いられるために、消費電力が大きくなる。

【0004】そこで、上記の問題を解決するために、薄膜トランジスタ(TFT)を用いて、有機LED素子にアクティブマトリクス駆動をさせる有機ELディスプレイが開発された(特開平7-122360号公報、特開平7-122361号公報、特開平7-153576号公報、特開平8-241047号公報、特開平8-227276号公報、「有機LED素子の残された重要課題と実用化戦略」(前記、62頁参照)。アクティブマトリクス駆動は、単純マトリクス駆動に比べて、低電圧駆動が可能で、発光効率の高い領域での駆動が可能であるために、有機ELディスプレイの消費電力を大幅に低減できる。しかしながら、この有機ELディスプレイでは、有機LED素子の駆動に2つ以上のTFTを用いるので、液晶ディスプレイに比べて、画素における発光領域の開口率が非常に低くなる(特開平7-111341号公報、SID98 DIGEST、11頁参照)。

【0005】また、画素の開口率を向上する目的で、TFT上に絶縁膜を介して有機LED素子を配置し、基板の逆側から発光を取り出す構造の有機ELディスプレイも提案されている(特開平10-162959号公報、特開平10-189252号公報、特開平10-294182号公報、特開2001-282123号公報、特開2001-291595号公報参照)。

【0006】他方、有機LED素子の対向電極の形成方法としては、良好な素子特性(発光効率、寿命)が得られることから、一般に抵抗加熱蒸着法が好適に用いられている。しかしながら、より優れた素子特性(高発光効率、高寿命)を有する有機LED素子を得るために、また下記のような観点から、対向電極の形成方法としては、抵抗加熱蒸着法の代わりにスパッタ法が注目されている。

【0007】(1) 抵抗加熱蒸着用蒸着用ポートと反応しやすいアルミニウムのような金属を含有する材料を用いて対向電極を形成する場合、抵抗加熱蒸着法では連続形成が困難である(量産性に劣る)という観点

(2) 基板の逆側から発光を取り出すために必要な透明電極などを形成する観点

(3) 有機LED層と電極との密着性を向上させて、電極からの電荷の注入効率を向上させる観点

【0008】しかしながら、スパッタ法で対向電極を形

成するときには、高速電子線、高エネルギー原子、紫外線が、有機LED素子の有機LED層にダメージを与え、有機LED素子の発光特性を劣化させるという問題があった。

【0009】そこで、スパッタによるダメージを低減する方法として、例えば、下記の方法が提案されている。

(1) スパッタに対して耐性を有する材料を用いて、有機LED層を形成する方法(SID2001 DIGEST、31、4、526頁、特表2000-517469号公報参照)、(2) 有機LED層上に抵抗加熱蒸着法で合金層を形成し、その上にRFマグネトロンスパッタ法またはDCマグネトロンスパッタ法でITO膜からなる透明電極を形成する方法(Appl. Phys. Lett.、68(19)、1996、2606頁、特開平10-162959号公報、特開平10-294182号公報参照)、(3) 抵抗加熱法により保護電極を形成し、その保護電極上に誘導結合型スパッタ法により電極を形成する方法(特開平11-162652号公報参照)しかしながら、これらの方法では、スパッタダメージを十分に低減して、抵抗加熱蒸着法で対向電極を形成した場合と同等の発光効率を有する有機LED素子を得ることができなかった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、スパッタダメージを完全に防止して、抵抗加熱蒸着法で対向電極を形成した場合と比べて、同等以上の高発光効率を有し、かつ長寿命な有機LED素子を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】かくして、本発明によれば、基板上に、第1電極、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層および第2電極を順次形成して有機LED素子を製造するにあたり、第2電極をスパッタ法により間欠的に形成することを特徴とする有機LED素子の製造方法が提供される。

【0012】また、本発明によれば、上記の有機LED素子の製造方法により得られる有機LED素子が提供される。

【0013】さらに、本発明によれば、上記の有機LED素子の製造方法により得られ、かつ基板上に予め薄膜トランジスタ(TFT)が形成された有機LED素子が1画素を構成し、かつ薄膜トランジスタ(TFT)がスイッチング用および電流制御用として機能することを特徴とするアクティブマトリクス駆動型有機LED表示装置が提供される。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の有機LED素子の製造方法は、基板上に、第1電極、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層および第2電極を順次形成して有機LED素子を製造するにあたり、第2電極をスパッタ法

により間欠的に形成することを特徴とする。

【0015】本発明の製造方法により得られる有機LED素子について、実施形態1～4として図面を用いて具体的に説明するが、これらの説明により本発明が限定されるものではない。

【0016】実施の形態1

本発明の有機LED素子(実施の形態1)の概略断面図を図5に示す。この有機LED素子は、基板6、第1電極11、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層12およびスパッタ法により間欠的に形成された第2電極13が順次積層されてなる。

【0017】実施の形態2

本発明の有機LED素子(実施の形態2)の概略断面図を図6に示す。この有機LED素子は、実施の形態1の有機LED層と第2電極との間に、抵抗加熱蒸着法により形成された1層以上の層からなる保護電極を有する。すなわち、この有機LED素子は、基板6、第1電極11、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層12、保護電極14およびスパッタ法により間欠的に形成された第2電極13が順次積層されてなる。

【0018】実施の形態3

本発明の有機LED素子(実施の形態3)の概略断面図を図7に示す。この有機LED素子は、実施の形態1の有機LED層と第2電極との間に、有機保護層を有する。すなわち、この有機LED素子は、基板6、第1電極11、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層12、有機保護層15およびスパッタ法により間欠的に形成された第2電極13が順次積層されてなる。

【0019】実施の形態4

本発明の有機LED素子(実施の形態4)の概略断面図を図8に示す。この有機LED素子は、実施の形態1の有機LED層と第2電極との間に、実施の形態2の保護電極と実施の形態3の有機保護層とを有する。すなわち、この有機LED素子は、基板6、第1電極11、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層12、保護電極14、有機保護層15およびスパッタ法により間欠的に形成された第2電極13が順次積層されてなる。

【0020】本発明のアクティブマトリクス駆動型有機LED表示装置(以下、「有機LED表示装置」という)は、本発明の有機LED素子の製造方法により得られ、かつ基板上に予めTFTが形成された有機LED素子が1画素を構成し、かつTFTがスイッチング用および電流制御用として機能することを特徴とする。本発明の有機LED表示装置について、実施形態5として、図面を用いて具体的に説明するが、この説明により本発明が限定されるものではない。

【0021】実施の形態5

本発明の有機LED表示装置(実施の形態5)の概略断面図と概略平面図をそれぞれ図9および図10に示す。この有機LED表示装置は、画素毎に、基板6上にスイ

ッチング用および電流制御用のTFT7が形成され、電流制御用のTFT7と有機LED素子16の第2電極13がコンタクトホール18を介して電氣的に繋がれている。図9において、8はゲート絶縁膜、9は層間絶縁膜、10は絶縁膜、11は第1電極、12は有機LED層、17は半導体層(活性層)19はゲート、20はソース、21は走査線、22は封止基板(封止膜)、23は偏光板を示す。また、図10において、24は信号線、25は共通線、26はコンデンサーを示す。

【0022】また、本発明の有機LED表示装置(実施の形態5)の駆動回路の概略図を図11に示す。図11における図番は図9および図10に対応し、それぞれ7はTFT、16は有機LED素子、21は走査線、25は共通線、26はコンデンサーを示す。

【0023】本発明の有機LED表示装置においては、1画素を構成する有機LED素子を1つのTFTで駆動してもよく、複数個のTFTで駆動してもよい。例えば、1画素となる有機LED素子を2つのTFTと1つのコンデンサーの組み合わせで駆動してもよく(例えば、特開平10-189252号公報参照)、1画素となる有機LED素子を4つのTFTと2つのコンデンサーの組み合わせで駆動してもよい(Asia Display/IDW'01, p.1395参照)。

【0024】これらの有機LED表示装置は、信号線、走査線、もしくは第1駆動線、第2駆動線に信号パルスを入力して、スイッチング用TFTをスイッチ動作させることにより、このTFTに電氣的に結合している画素中の有機LED素子を発光または発光停止させて、動画および静止画の画像表示を行う。以下、本発明の有機LED素子の構成部分およびその形成方法について、具体的に説明する。

【0025】1. 基板

本発明で用いられる基板としては、例えば、ガラス、石英などの無機材料;ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカルバゾール、ポリイミドなどのプラスチック;アルミナなどのセラミックスなどの絶縁性基板;アルミニウム、鉄などの金属基板にSiO₂、有機絶縁材料などの絶縁物をコートした基板;アルミニウムなどの金属基板の表面を陽極酸化などの方法で絶縁化処理を施した基板などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0026】また、基板上には、TFTなどのスイッチング素子が形成されていてもよい。ポリシリコンTFTを低温プロセスで形成する場合には、500以下の温度で融解せず、かつ歪みが生じない基板を用いるのが好ましい。また、ポリシリコンTFTを高温プロセスで形成する場合には、1000以下の温度で融解せず、かつ歪みが生じない基板を用いるのが好ましい。

【0027】有機LED層からの発光を基板と逆側(第2電極側)から取り出す場合には、外光が基板上に形成

されたTFTに入射して、TFT特性に変化が生じるのを防ぐ目的で、遮光性を兼ね備えた遮光性基板を用いることが好ましい。遮光性基板としては、例えば、アルミナなどのセラミックス基板、金属基板に絶縁物をコートした基板、金属基板の表面を酸化などの方法で絶縁化処理を施した基板、ガラス、石英、プラスチックなどの透明基板の表面に遮光性絶縁物をコートした基板などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0028】2. 薄膜トランジスタ(TFT)

TFTは、第1電極、有機LED層および第2電極を形成する前に、予め基板上に形成され、スイッチング用および電流制御用として機能する。本発明で用いられるTFTとしては、公知のTFTが挙げられる。また、本発明では、TFTの代わりにMIMダイオードを用いることもできる。

【0029】TFTは、公知の材料および構造で、公知の方法を用いて形成することができる。TFTの活性層の材料としては、例えば、非晶質シリコン、多結晶シリコン、微結晶シリコン、セレン化カドミウムなどの無機半導体材料、およびポリチオフェン誘導体、チオフェンオリゴマー、ポリ(p-フェリレンピニレン)誘導体、ナフタセン、ペンタセンなどの有機半導体材料が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。また、TFTの構造としては、例えば、スタガ型、逆スタガ型、トップゲート型、コプレーナ型が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0030】TFTの活性層の形成方法としては、例えば、(1)プラズマCVD法により積層したアモルファスシリコンに不純物をイオンドーピングする方法、(2)SiH₄ガスを用いたLPCVD法によりアモルファスシリコンを形成し、固相成長法によりアモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオン打ち込み法によりイオンドーピングする方法、(3)Si₂H₆ガスを用いたLPCVD法またはSiH₄ガスを用いたPECVD法によりアモルファスシリコンを形成し、エキシマレーザーなどのレーザーによりアニールし、アモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオンドーピング法によりイオンドーピングする方法(低温プロセス)、(4)減圧CVD法またはLPCVD法によりポリシリコンを積層し、1000以上で熱酸化してゲート絶縁膜を形成し、その上にn⁺ポリシリコンのゲート電極を形成し、その後イオン打ち込み法によりイオンドーピングする方法(高温プロセス)(5)有機半導体材料をインクジェット法などにより形成する方法、および(6)有機半導体材料の単結晶膜を得る方法などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0031】本発明で用いられるTFTのゲート絶縁膜は、公知の材料を用いて形成することができ、例えば、

PECVD、LPCVD法により形成されたSiO₂、ポリシリコン膜を熱酸化して得られるSiO₂が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0032】また、本発明で用いられるTFTの信号電極線、走査電極線、共通電極線、第1駆動電極および第2駆動電極は、公知の材料を用いて形成することができ、例えば、Ta、Al、Cuなどが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

10 【0033】2-1. 層間絶縁膜

本発明で用いられる層間絶縁膜は、公知の材料を用いて形成することができ、例えば、ポリイミド、SiO₂などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。また、その形成方法としては、CVD、真空蒸着などのドライプロセス、スピコートなどのウエットプロセスが挙げられ、必要に応じて、フォトリソグラフィ法などによりパターン化することもできる。

【0034】2-2. 絶縁膜

本発明で用いられる絶縁膜は、公知の材料を用いて形成することができ、例えば、SiO₂、SiN(Si₃N₄)、TaO(Ta₂O₅)などの無機材料、アクリル樹脂、レジスト材料などの有機材料などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。また、その形成方法としては、CVD、真空蒸着などのドライプロセス、スピコートなどのウエットプロセスが挙げられ、必要に応じて、フォトリソグラフィ法などによりパターン化することもできる。

【0035】有機LED層からの発光を基板の逆側(第2電極側)から取り出す場合には、外光が基板上に形成されたTFTに入射して、TFT特性に変化が生じるのを防ぐ目的で、遮光性を兼ね備えた遮光性絶縁膜を用いることもでき、また上記の絶縁膜と遮光性絶縁膜を組み合わせても用いることもできる。遮光性層間絶縁膜としては、フタロシアン、キナクロドンなどの顔料または染料をポリイミドなどの高分子樹脂に分散したもの、カラーレジスト、ブラックマトリックス材料、Ni_xZn_yFe₂O₄などの無機絶縁材料などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0036】2-3. 平坦化膜

30 40 50 基板上にTFTなどを形成した場合には、その表面に凸凹が形成され、この凹凸によって有機LED素子の欠陥(例えば、画素電極、有機LED層、対向電極の断線、画素電極と対向電極の短絡など)などが発生する。これらの欠陥を防止するために、上記の絶縁膜上に平坦化膜(図示せず)を設けてもよい。本発明で用いられる平坦化膜は、公知の材料を用いて形成することができ、例えば、SiO₂、SiN(Si₃N₄)、TaO(Ta₂O₅)などの無機材料、ポリイミド、アクリル樹脂、レジスト材料などの有機材料などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。また、その形

成方法としては、CVD、真空蒸着などのドライプロセス、スピコートなどのウエットプロセスが挙げられる。平坦化膜は、単層構造でも多層構造でもよい。

【0037】3. 有機LED素子

本発明の有機LED素子は、基板上に、第1電極、少なくとも1層の発光層を有する有機LED層および第2電極を順次形成されてなり、第2電極がスパッタ法により間欠的に形成されてなる。

【0038】3-1. 有機LED層

有機LED層は、単層構造でも多層構造でもよく、具体的には、下記の構成が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

(1) 発光層

(2) 正孔輸送層 / 発光層

(3) 発光層 / 電子輸送層

(4) 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層

(5) 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層

(6) 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / ホールプロッキング層 / 電子輸送層

ここで、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、ホールプロッキング層および電子輸送層の各層は、単層構造でも多層構造でもよい。

【0039】発光層は、下記の発光材料のみから構成されていてもよく、任意に正孔輸送材料、電子輸送材料、添加剤(ドナー、アクセプター等)、発光性のドーパントなどを含んでいてもよい。また、発光層は、前記の材料が高分子材料(結着用樹脂)または無機材料中に分散された構成であってもよい。

【0040】発光材料としては、有機LED用の公知の発光材料を用いることができる。このような発光材料は、低分子発光材料、高分子発光材料およびその前駆体などに分類され、これらの具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0041】低分子発光材料としては、例えば、4, 4'-ビス(2, 2'-ジフェニルビニル)-ビフェニル(DPVBi)などの芳香族ジメチリデン化合物、5-メチル-2-[2-[4-(5-メチル-2-ベンゾオキサゾール)フェニル]ビニル]ベンゾオキサゾールなどのオキサジアゾール化合物、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-t-ブチルフェニル-1, 2, 4-トリアゾール(TAZ)などのトリアゾール誘導体、1, 4-ビス(2-メチルスチリル)ベンゼンなどのスチリルベンゼン化合物、チオピラジンジオキソド誘導体、ベンゾキノ誘導体、ナフトキノ誘導体、アントラキノ誘導体、ジフェノキノ誘導体、フルオレノン誘導体などの蛍光性有機材料、ならびにアゾメチン亜鉛錯体、(8-ヒドロキシキノリナト)アルミニウム錯体(Alq₃)などの蛍光性有機金属化合物などが挙げられる。

【0042】高分子発光材料としては、例えば、ポリ(2-デシルオキシ-1, 4-フェニレン)(DO-PP)、ポリ[2, 5-ビス-[2-(N, N, N-トリエチルアンモニウム)エトキシ]-1, 4-フェニル-アルト-1, 4-フェニレン]ジプロマイド(PPP-NEt³⁺)、ポリ[2-(2'-エチルヘキシルオキシ)-5-メトキシ-1, 4-フェニレンビニレン](MEH-PPV)、ポリ[5-メトキシ-(2-プロパノキシサルフォニド)-1, 4-フェニレンビニレン](MPS-PPV)、ポリ[2, 5-ビス-(ヘキシルオキシ)-1, 4-フェニレン-(1-シアノビニレン)](CN-PPV)などのポリフェニレンビニレン誘導体、ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン)(PDF)、ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレニル-2, 7-ジイル)-コ-(1, 4-ビニレンフェニレン)(PDFBP)、ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレニル-2, 7-ジイル)-コ-(N, N'-ジフェニル)-N, N'-ジ(p-ブチルフェニル)-1, 4-ジアミノベンゼン(PDFDBFDAB)などのポリスピロ誘導体が挙げられる。上記の「コ」はコポリマーを意味する。

【0043】また、高分子発光材料の前駆体としては、例えば、ポリ(p-フェニレンビニレン)前駆体(Pre-PPV)、ポリ(p-ナフタレンビニレン)前駆体(Pre-PNV)、ポリ(p-フェニレン)前駆体(Pre-PPP)などが挙げられる。

【0044】発光層に任意に含まれる発光性のドーパントとしては、有機LED用の公知のドーパント材料を用いることができる。このようなドーパント材料としては、例えば、スチリル誘導体、ペリレン、イリジウム錯体、クマリン誘導体、ルモーゲンフレッド、ジシアノメチレンピラン、フェノキサゾン、ポリフィリン誘導体などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0045】電荷輸送層は、正孔輸送層および電子輸送層に分類され、下記の電荷輸送材料のみから構成されていてもよく、任意に添加剤(ドナー、アクセプター等)などを含んでいてもよい。また、発光層は、前記の材料が高分子材料(結着用樹脂)または無機材料中に分散された構成であってもよい。

【0046】電荷輸送材料としては、有機LED用、有機光導電体用の公知の電荷輸送材料を用いることができる。このような電荷輸送材料は、正孔輸送材料および電子輸送材料に分類され、これらの具体的な化合物を以下に例示するが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

【0047】正孔輸送材料としては、例えば、無機p型半導体材料; ポルフィリン化合物、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-N, N'-ビス(フェニル)-ベンジジン(TPD)、N, N'-ジ(ナフタレン-1-

イル) - N, N' - ジフェニル - ベンジジン (NPD) などの芳香族第三級アミン化合物、ヒドラゾン化合物、キナクリドン化合物、スチリルアミン化合物などの低分子材料; ポリアニリン (PANI)、ポリアニリン - 樟脳スルホン酸 (PANI-CSA)、3, 4 - ポリエチレンジオキシチオフェン / ポリスチレンサルフォネイト (PEDOT/PSS)、ポリ(トリフェニルアミン) 誘導体 (Poly-TPD)、ポリビニルカルバゾール (PVcz) などの高分子材料; ポリ(p-フェニレンピニレン) 前駆体 (Pre-PPV)、ポリ(p-ナフタレンピニレン) 前駆体 (Pre-PNV) などの高分子材料の前駆体などが挙げられる。

【0048】電子輸送材料としては、例えば、無機n型半導体材料; オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、チオピラジンジオキソ誘導体、ベンゾキノ誘導体、ナフトキノ誘導体、アントラキノ誘導体、ジフェノキノ誘導体、フルオレノ誘導体などの低分子材料; ポリ(オキサジアゾール) (Poly-OXZ)、ポリスチレン誘導体 (PSS) などの高分子材料が挙げられる。

【0049】発光層、正孔輸送層、電子輸送層および正孔注入層などの有機LED層は、上記の材料を含む有機LED層形成用塗液を用いて、スピンコーティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法などの塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、マイクログラビアコート法などの印刷法などの公知のウエットプロセスにより、または上記の材料を用いて、真空蒸着法、EB法、MBE法、スパッタ法、OPVD法などの公知のドライプロセスにより、もしくは上記の材料を含む有機LED層形成用塗液または上記の材料を用いて、レーザー転写法 (例えば、特開平11-260549号公報参照) により形成 (成膜) することができる。なお、ウエットプロセスにより有機LED層を形成する場合には、有機LED層形成用塗液は、レベリング剤などの塗液の物性を調整するための添加剤を含んでいてもよい。上記の各有機LED層の膜厚は、通常1~1000nm程度である。

【0050】3-2. 第1電極

第1電極は、第2電極と対で、有機LED素子の陽極または陰極として機能する。つまり、第1電極 (対向電極) を陽極とした場合には、第2電極 (画素電極) は陰極となり、第1電極を陰極とした場合には、第2電極は陽極となる。

【0051】第1電極を形成する電極材料としては、公知の電極材料を用いることができる。陽極を形成する電極材料としては、仕事関数が4.5eV以上の金属 (Au、Pt、Niなど) および透明電極材料 [インジウムと亜鉛からなる酸化物 (ITO)、インジウムと錫からなる酸化物 (IDIXO)、錫の酸化物 (SnO₂) な

ど] が挙げられる。また、陰極を形成する電極材料としては、仕事関数が4.5eV以下の金属 (Ca、Ce、Ba、Al)、前記金属を含有する合金 (Mg:Ag合金、Li:Al合金) および薄膜の絶縁層と金属電極とを組み合わせたもの (LiF/Al、Li₂O/Alなど) などが挙げられる。

【0052】第1電極は、上記の材料を用いてEB法、スパッタ法、抵抗加熱蒸着法などの公知の方法により形成することができるが、本発明はこれらに限定されるものではない。また、必要に応じて、フォトリソグラフィ法により、形成した電極をパターン化することもできる。その膜厚は、50nm以上が好ましい。膜厚が50nm未満の場合には、十分に低い抵抗を得ることができず、駆動電圧の上昇が問題として生じるので好ましくない。

【0053】有機LED層からの発光を第1電極側から取り出す場合には、第1電極として透明電極を用いることが好ましい。この際に用いる透明電極材料としては、ITO、IDIXOが特に好ましい。透明電極の膜厚は、50~500nmが好ましく、100~300nmがより好ましい。膜厚が50nm未満の場合には、上記の理由で好ましくなく、膜厚が500nmを超える場合には、光の透過率が低下し、発光効率の低下の問題が生じるので好ましくない。

【0054】また、有機LED層からの発光を第1電極の逆側 (第2電極側) から発光を取り出す場合には、第1電極として光を透過させない電極を用いることが好ましい。この際に用いる電極材料としては、例えば、タンタル、炭素などの黒色電極、アルミニウム、銀、金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-ネオジウム合金、アルミニウム-シリコン合金などの反射性金属電極、透明電極と前記反射性金属電極 (反射電極) を組合せた電極などが挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。画素電極での外光の反射に起因するコントラストの低下を防止する目的で、画素電極として黒色電極を用いるのが好ましい (Asia Display/ID W'01, p.1415参照)

【0055】3-3. 第2電極

第2電極は、第1電極と対で、有機LED素子の陽極または陰極として機能する。第2電極を形成する電極材料としては、3-2. 第1電極において例示した公知の材料が挙げられる。

【0056】有機LED層からの発光を第2電極側から取り出す場合には、第2電極として透明電極を用いることが好ましい。このような構成では、基板上に複数のTFEを設けることができ、開口率の低下を考慮することなしに有機LED素子を設計・作製することができるので好ましい。

【0057】また、有機LED素子の場合には、電極から有機LED層への電子の注入が正孔 (ホール) の注入

よりも困難であること、電子注入の電極がホール注入の電極よりも安定性が低いことから、電子注入の効率を高めて、高発光効率の有機LED素子を作製するためには、基板側から発光を取り出す場合にも、基板と逆側から発光を取り出す場合にも、第2電極を陰極とするのが好ましい。

【0058】この際に用いる透明電極材料としては、ITO、IDIXOが特に好ましく、室温形成時の抵抗の観点から、IDIXOが特に好ましい。透明電極の膜厚は、50~500nmが好ましく、100~300nmがより好ましい。膜厚が50nm未満の場合には、上記の理由で好ましくなく、膜厚が500nmを超える場合には、光の透過率が低下し、発光効率の低下の問題が生じるので好ましくない。

【0059】本発明においては、第2電極は、スパッタ法により間欠的に形成された1層以上の層からなる。第2電極を間欠的に形成することにより、連続して形成した場合に生じるスパッタダメージによる有機LED素子の特性（駆動電圧、発光効率、寿命）の劣化を完全に防止することができる。つまり、第2電極を間欠的に形成することで、形成時の有機LED層の温度上昇が抑制され、かつ先に形成された層が、次の層を形成する際にスパッタダメージを防止する層として効果的に作用し、有機LED層の損傷が防止されるので、前記のようなスパッタダメージを防止することができる。

【0060】本発明において用いられるスパッタ法としては、DCスパッタ法、DCマグネトロンスパッタ法、RFスパッタ法、RFマグネトロンスパッタ法が挙げられるが、スパッタダメージを効率的に防止するという観点から、DCマグネトロンスパッタ法が特に好ましい。

【0061】第2電極を間欠的に形成する手段としては、例えば、下記の手段が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

(1) スパッタ電源をON-OFFする手段、(2) 基板ホルダー1とターゲット3との間にシャッター2を設け、このシャッターを開閉させて、基板ホルダー1とターゲット3との間の開放と遮断を繰り返す手段(図1参照)、(3) 基板ホルダー1とターゲット3との間にシャッター2を設け、1つの基板ホルダー1に対して複数のターゲット3を並列に設け、搬送系5によりターゲット間に基板を移動させて、基板ホルダー1とターゲット3との間の開放と遮断を擬似的に繰り返す手段(図2参照)、(4) 基板ホルダー1とターゲット3との間に開口部を有する回転体のマスク4を設け、このマスク4を回転させて、基板ホルダー1とターゲット3との間の開放と遮断を擬似的に繰り返す手段(図3参照)

(5) 回転機構を備えた基板ホルダー1とターゲット3との間に開口部を有する平板のマスク4を設け、この基板ホルダー1をターゲット3上で回転させて、基板ホルダー1とターゲット3との間の開放と遮断を擬似的に繰

り返す手段(図4参照)

なお、図1~4には、基板ホルダー1に載置された基板を図示しない。

【0062】しかしながら、上記の手段(1)では、電源の立ち上がりなどに時間を必要とし、第2電極の形成時間が長くなるので好ましくない。第2電極の膜内における膜厚の均一性の観点から、上記の手段(5)が特に好ましい。

【0063】第2電極の形成時におけるスパッタダメージをより効果的に低減する手段として、例えば、下記の手段が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。

(i) 手段(2)、(3)、(4)および(5)において、基板ホルダーの基板載置面、すなわち基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とを非平行に配置する手段(図1(b)、図2(b)、図3(b)、図4(b)参照)

(ii) 手段(3)において、基板ホルダーの基板載置面とターゲットの対スパッタ面とが対向しないように、すなわち基板の被成膜面とターゲットとの間にマスクが介在するように各構成要素を配置する手段(図2(c)参照)

【0064】第2電極を間欠的に形成するために、基板ホルダー1とターゲット3との間の開放と遮断とを繰り返すもしくは擬似的に繰り返す際の開放と遮断の間隔は、特に限定されないが、通常、1~300秒程度である。また、第2電極を間欠的に形成するスパッタ法の条件は、用いる材料、作製する有機LED素子の特性などにより適宜選択すればよい。例えば、DCマグネトロンスパッタ法の場合、基板ホルダーとターゲットとの間隔は1~50mm程度、装置(チャンバー)はアルゴンガスのような不活性ガスで置換された真空度 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ Torr程度に脱気された雰囲気、スパッタリングパワー100~1000W程度が好ましい。

【0065】3-4. 保護電極

本発明の有機LED素子は、有機LED層と第2電極との間に、抵抗加熱蒸着法により形成された1層以上の層からなる保護電極を有するのが好ましい。保護電極は、スパッタに対して耐性を有する材料、すなわち保護電極上にスパッタ法で第2電極を間欠的に形成する際に有機LED層にダメージを与えない材料で構成される。

【0066】第2電極を陰極とする場合に、第2電極から有機LED層に効率よく電子を注入させるために、保護電極は、仕事関数が4.5eV以下の金属(Ca、Ce、Ba、Al)、前記金属を含有する合金(Mg:Ag合金、Li:Al合金)および薄膜の絶縁層と金属電極とを組み合わせたもの(LiF/Al、 Li_2O/Al など)などの電極材料で形成するのが好ましい。また、第2電極から有機LED層により効果的に電子を注入させるために、保護電極は、第2電極を形成する電極

材料より仕事関数の低い電極材料で形成するのがより好ましい。

【0067】また、第2電極を陽極とする場合に、第2電極から有機LED層に効率よく正孔（ホール）を注入させるために、保護電極は、仕事関数が4.5eV以上の金属（Au、Pt、Niなど）などの電極材料で形成するのが好ましい。また、第2電極から有機LED層により効果的に正孔を注入させるために、保護電極は、第2電極を形成する電極材料より仕事関数の高い電極材料で形成するのがより好ましい。

【0068】保護電極は、第2電極より薄い膜厚であるのが好ましい。特に、有機LED層からの発光を第2電極側から取り出す場合には、保護電極は、膜厚10nm以下である1層以上の層からなるのが好ましい。この膜厚が10nmを超える場合には、保護電極の反射により発光の外部取り出し効率が低下し、有機LED素子の発光効率が低下するので好ましくない。保護電極は、抵抗加熱蒸着法で形成されるのが好ましい。

【0069】有機LED層からの発光を第2電極側から取り出す場合には、第2電極として上記の透明電極が用いられる。一般に透明電極は、有機LED層への正孔注入電極として用いられる。そこで、保護電極を形成する材料を選択することにより、正孔、電子のいずれか一方の注入を効率よく行うことができる。すなわち、保護電極として、仕事関数が4.5eV以上の金属（Au、Pt、Niなど）を用いることにより、正孔の注入をより効率よく行うことができ、また仕事関数が4.5eV以下の金属（Li、Na、K、Rb、Csなどのアルカリ金属、Be、Mg、Ca、Sr、Baなどのアルカリ土類金属、Al）、Ybなどの希土類元素およびその合

金、ならびに薄膜の絶縁層と金属電極とを組み合わせたもの（LiF/Al、Li₂O/Alなど）を用いることにより、透明電極から有機LED層への電子の注入をより効率よく行うことができる。

【0070】また、有機LED素子では、電極から有機LED層への注入は正孔よりも電子の方がより困難であり、正孔注入電極よりも電子注入電極の方が安定性が低い。これらのことから、有機LED層からの発光を基板と逆側（第2電極側）から取り出す場合に、電極から有機LED層に効率よく電子を注入する（高発光効率の素子を作製する）ためには、保護電極として、仕事関数が4.5eV以下の金属（アルカリ金属、アルカリ土類金属、Al）、希土類元素およびその合金および薄膜の絶縁層と金属電極とを組み合わせたもの前記仕事関数の4.5eV以下の金属、希土類金属およびその合金、ならびに薄膜の絶縁層と金属電極を組み合わせたものを用い、第2電極として透明電極を用いた方が好ましい。

【0071】3-5.有機保護層

本発明の有機LED素子は、有機LED層と第2電極との間に、有機保護層を有するのが好ましい。有機保護層

は、スパッタに対して耐性を有する材料、すなわち有機保護層上にスパッタ法で第2電極を間欠的に形成する際に有機LED層にダメージを与えない材料から構成される。

【0072】有機保護層を形成する材料としては、例えば、銅フタロシアニン化合物（CuPc）、キナクリドン化合物、（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム錯体などの低分子材料；ポリチオフェン誘導体、アニリン誘導体、ポリ（トリフェニルアミン誘導体）（Poly-TPD）、ポリビニルカルバゾール（PVcz）、ポリ（フェニルキノザリン）（PPQ）、ポリスチレンサルフォネイト誘導体（PSS）、3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンサルフォネイト（PEDOT/PSS）、ポリアニリン（PANI）、ポリキノリン、ポリキノキサリン、ポリヒドラジン、ポリピリジン、ポリビニレン誘導体、ポリオキサジアゾール誘導体、ポリベンゾピスオキサゾール（PBO）、ポリベンゾピスチアゾール（PBT）などの高分子材料などが挙げられる。これらの中でも、有機LED素子の発光特性、寿命の観点から、ポリチオフェン誘導体およびアニリン誘導体が特に好ましい。

【0073】また、上記の材料は、一般に正孔輸送材料として用いられるが、金属、金属イオンまたはイオン性有機材料、特にアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオンおよび希土類元素から選択される元素をドーピングすることで電子輸送材料の機能をもたせるのが好ましい。

【0074】有機保護層は、スピコーティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法などの塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、マイクログラフィコート法などの印刷法などの公知のウェットプロセスにより形成することができる。

【0075】有機保護膜の膜厚は、5~200nmが好ましく、10~100nmが特に好ましい。膜厚が5nm以下未満の場合には、スパッタダメージを効果的に防止することができないので好ましくない。また、膜厚が200nmを超える場合には、有機LED素子としての発光特性、寿命が悪化するので好ましくない。

【0076】4.偏光板

本発明の有機LED素子には、偏光板を設けるのが好ましい。用いられる偏光板としては、従来の直線偏光板と1/4板を組み合わせたものが好ましい。これにより、有機LED素子としてのコントラストを向上させることができる。

【0077】5.封止膜、封止基板

本発明の有機LED素子には、封止膜、封止基板を設けるのが好ましい。用いられる封止膜および封止基板は、公知の封止材料および封止方法を用いて形成することができる。具体的には、窒素ガス、アルゴンガスなどの不活性ガスをガラス、金属などで封止する方法、および不

活性ガス中に酸化バリウムなどの吸湿剤などを混入する方法が挙げられるが、本発明はこれらにより限定されるものではない。また、第2電極上に樹脂を直接スピコートもしくは貼り合わせて封止膜とすることもできる。この封止膜により、外部からの素子内への酸素や水分の混入を防止することができ、有機LED素子の寿命が向上する。封止膜の膜厚または封止基板の厚さは、通常0.1~2nm程度である。

【0078】6. 遮光膜（遮光層）

本発明の有機LED素子には、遮光膜を設けるのが好ましい。遮光膜は、有機LED層からの発光がTF Tに達するのを防止する位置、具体的には、有機LED層からの発光がTF Tの半導体層に入射してくる光路上、および有機LED層からの発光が透明電極に反射してTF Tの半導体層に入射してくる光路上に設けることができる。

【0079】遮光膜は、有機LED層からの発光のピーク波長における透過率が10%以下となるような層構成にするのが好ましい。これにより、有機LED素子からの発光および外光がTF Tの半導体層に入射することに起因するTF T特性の変化、劣化を効果的に抑制することができる。遮光膜は、各種絶縁膜または電極と兼用することができ、具体的には、ゲート絶縁膜を遮光層とする遮光性ゲート絶縁膜、層間絶縁膜を遮光層とする遮光性層間絶縁膜、絶縁膜を遮光層とする遮光性絶縁膜、画素電極を遮光層とする遮光性画素電極などが挙げられる。また、これら遮光層は複数個組み合わせることもできる。

【0080】遮光膜は、有機LED層からの発光波長を吸収し得る材料（例えば、フタロシアニン、キナクロドンなどの顔料または染料をポリイミドなどの高分子樹脂に分散したもの、カラーレジスト、ブラックマトリックス材料、 $Ni_xZn_yFe_2O_4$ などの無機絶縁材料）、有機LED層からの発光波長を反射し得る材料（例えば、アルミニウム等の金属をポリイミドなどの高分子樹脂に分散したもの）を用いて形成するか、もしくは10~500nm程度の適切な膜厚の絶縁膜（例えば、 SiO_2 ）をアモルファスシリコン、ポリシリコンなどで挟み、それらの中で起こる光の干渉を用いて、有機LED層からの発光波長を吸収し得る層構成にすることにより得られる。遮光膜または遮光層の膜厚は、通常10~500nm程度である。

【0081】

【実施例】本発明を実施例および比較例に基づいてさらに具体的に説明するが、これらの実施例により本発明が限定されるものではない。

【0082】比較例1

第1電極（透明電極）として膜厚150nmのITO膜が、幅2mm×長さ50mmにパターン形成されたガラス基板上に、抵抗加熱真空蒸着法により、正孔輸送層と

してN,N'-ジ（ナフタレン-1-イル）-N,N'-ジフェニルベンジジン（NP D）を膜厚40nmになるように成膜した。次に、抵抗加熱真空蒸着法により、発光層として（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム錯体（ Alq_3 ）を膜厚60nmになるように成膜した。最後に、幅2mmの開口部を有するシャドーマスクを用いて、第2電極としてアルミニウムとリチウム（アルミニウム99.8wt%：リチウム0.2wt%）を膜厚100nm、幅2mm、長さ50mmになるように抵抗加熱蒸着装置で共蒸着して、有機LED素子を作製した。

【0083】比較例2

第2電極をDCマグネトロンスパッタ法で連続的に成膜すること以外は、比較例1と同様にして、有機LED素子を作製した。次のようにして第2電極を成膜した。第1電極、電子輸送層および発光層が形成されたガラス基板と、Li:Al合金（リチウム0.2wt%：アルミニウム99.8wt%）からなるターゲットとを、DCマグネトロンスパッタ装置のチャンバーに設置した。なお、ガラス基板を保持する基板ホルダーとターゲットとを、基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とが平行になるように配置し、その間隔は20mmとし、これらの間にはシャッターを設置した。チャンバー内を真空度 1×10^{-6} Torrまで脱気し、真空度が 3×10^{-3} Torrになるまでアルゴンガスを導入した。次いで、シャッターを開放した状態で、基板温度を室温とし、スパッタリングパワー800Wで、膜厚が100nmになるまで第2電極を連続的に成膜した。

【0084】実施例1

基板ホルダーとターゲットとの間に設置されたシャッターを30秒間隔で連続的に開閉して、膜厚が100nmになるまで間欠的に第2電極を成膜すること以外は、比較例2と同様にして、有機LED素子を作製した（図1（a）参照）。

【0085】実施例2

DCマグネトロンスパッタ装置のチャンバー内のガラス基板を保持する基板ホルダーとターゲットとの間に、開口部を有する回転体のマスクを設置し、このマスクを速度30秒/回で回転させて、膜厚が100nmになるまで間欠的に第2電極を15分間で成膜すること以外は、比較例2と同様にして、有機LED素子を作製した（図3（a）参照）。

【0086】実施例3

DCマグネトロンスパッタ装置のガラス基板を保持する基板ホルダーに回転機構を設置し、この回転機構を速度30秒/回で回転させて、膜厚が100nmになるまで間欠的に第2電極を15分間で成膜すること以外は、比較例2と同様にして、有機LED素子を作製した（図4（a）参照）。

【0087】実施例4

DCマグネトロンスパッタ装置にLi:Al合金からなるターゲット10個を5cm間隔で並列に配置し、このターゲットに対面して平行移動が可能のようにガラス基板を保持する基板ホルダーを設置し、ターゲットが配列された直線上を5分間かけて基板を移動させ、間欠的に第2電極を成膜すること以外は、比較例2と同様にして、有機LED素子を作製した。なお、基板の移動は、基板とターゲットとの間の開放と遮断の繰り返しに換算した場合、60秒間隔になる(図2(a)参照)

【0088】実施例5

基板ホルダーとターゲットとを、すなわち基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とを非平行に配置したこと以外は、実施例3と同様にして、有機LED素子を作製した(図1(b)参照)。

【0089】実施例6

保護電極層として、抵抗加熱蒸着法により膜厚50nmのセシウム(Cs)を発光層(Alq₃)と第2電極との間に設けたこと以外は、実施例5と同様にして有機LED素子を作製した。

10

*【0090】実施例7

保護電極層として、抵抗加熱蒸着法により膜厚10nmのセシウムを発光層(Alq₃)と第2電極との間に設けたこと以外は、実施例5と同様にして有機LED素子を作製した。

【0091】実施例8

保護電極層として、抵抗加熱蒸着法により膜厚5nmのセシウムを発光層(Alq₃)と第2電極の間に設けたこと以外は、実施例5と同様にして有機LED素子を作製した。

【0092】以上のようにして作製した有機LED素子に直流電圧を印加して、有機LED素子が発光輝度100cd/m²で発光したときの駆動電圧と発光効率を測定した。また、有機LED素子に直流電圧を印加して、有機LED素子が定電流駆動で初期発光輝度100cd/m²から50cd/m²に低下するまでの輝度半減寿命を測定した。

【0093】

【表1】

	駆動電圧 (V)	発光効率 (cd/A)	輝度半減寿命 (h)
比較例1	5.6	2.8	2,000
比較例2	12.3	1.4	160
実施例1	5.7	2.7	1,900
実施例2	5.8	2.6	1,800
実施例3	5.6	2.7	2,000
実施例4	5.7	2.5	1,900
実施例5	5.4	2.9	2,100
実施例6	5.5	2.8	2,000
実施例7	4.8	3.1	2,400
実施例8	4.9	3.2	2,300

【0094】実施例1と比較例1では、同等の性能を有する有機LED素子が得られた。しかし、実施例1のような本発明の方法によれば、抵抗加熱蒸着法における量産性の問題を解決することができる。

【0095】比較例3

ガラス基板上に、マスクを用いた抵抗加熱蒸着法により、第1電極としてアルミニウムとリチウム(アルミニウム99.8wt%:リチウム0.2wt%)を、膜厚100nm、幅2mm×長さ50mmになるように共蒸着させた。次に真空蒸着法により、発光層としてAlq₃を60nmになるように成膜した。次に真空蒸着法により、正孔輸送層としてNPDを膜厚が60nmになるように成膜した。

【0096】最後に、次のようにして第2電極を成膜した。第1電極、電子輸送層および発光層が形成されたガラス基板と、In-Zn-O系非晶質導電性酸化物(INDIXO、Inの原子数比In/(In+Zn)=0.83)からなるターゲットとを、DCマグネトロンスパッタ装置のチャンパーに設置した。なお、ガラス基板を

40

保持する基板ホルダーとターゲットとを、基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とが非平行になるように配置し、その間隔は100mmとし、これらの間にはシャッターを設置した。チャンパー内を真空度1×10⁻⁶Torrまで脱気し、真空度が3×10⁻³Torrになるまでアルゴンと酸素の混合ガス(比率99:1)を導入した。次いで、シャッターを開放した状態で、基板温度を室温とし、スパッタリングパワー800Wで、膜厚が150nmになるまで第2電極を連続的に成膜した。

【0097】実施例9

基板ホルダーとターゲットとの間に設置されたシャッターを20秒間隔で連続的に開閉して、膜厚が100nmになるまで間欠的に第2電極を5分間で成膜すること以外は、比較例3と同様にして、有機LED素子を作製した(図3(b)参照)。

【0098】実施例10

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚1nmの銅フタロシアニン化合物(CuPc)を正孔輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例9

50

と同様にして有機LED素子を作製した。

【0099】実施例11

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚5nmのCuPcを電子輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例10と同様にして有機LED素子を作製した。

【0100】実施例12

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚10nmのCuPcを電子輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例10と同様にして有機LED素子を作製した。

【0101】実施例13

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚50nmのCuPcを電子輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例10と同様にして有機LED素子を作製した。

【0102】実施例14

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚100nmのCuPcを電子輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例10と同様にして有機LED素子を作製した。

【0103】実施例15

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚200nmのCuPcを電子輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例10と同様にして有機LED素子を作製した。

【0104】比較例4

有機保護層として、真空蒸着法により膜厚300nmのCuPcを電子輸送層(NPD)と第2電極間との間に設けたこと以外は、実施例10と同様にして有機LED素子を作製した。

【0105】比較例5

ガラス基板上に、マスクを用いた抵抗加熱蒸着法により、膜厚100nm、幅2mm×長さ50mmになるように銀を蒸着させた。その上に、銀蒸着で使用した同様のマスクを用いた抵抗加熱蒸着法により、膜厚1nm、幅2mm×長さ50mmになるようにカルシウムを蒸着させ、銀とカルシウムの積層体からなる第1電極を形成した。次に、発光層形成用塗液として、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン)(PDAF)を含むトルエン溶液を調製し、スピンコート法により前記塗液を塗布して、膜厚80nmの発光層を成膜した。次に、得られた基板を100℃、1時間加熱乾燥を行った。

【0106】最後に、次のようにして第2電極を成膜した。第1電極および発光層が形成されたガラス基板と、In-Zn-O系非晶質導電性酸化物(IDIXO、Inの原子数比 $In/(In+Zn)=0.83$)からなるターゲットとを、DCマグネトロンスパッタ装置のチャンバーに設置した。なお、ガラス基板を保持する基板ホルダーとターゲットとを、基板の被成膜面とターゲットとを、

トの対スパッタ面とが非平行になるように配置し、その間隔は100mmとし、これらの間にはシャッターを設置した。チャンバー内を真空度 1×10^{-6} Torrまで脱気し、真空度が 3×10^{-3} Torrになるまでアルゴンと酸素の混合ガス(比率99:1)を導入した。次に、シャッターを開放した状態で、基板温度を室温とし、スパッタリングパワー800Wで、膜厚が150nmになるまで第2電極を連続的に成膜した。

【0107】実施例16

3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンサルフォネイト(PEDOT/PSS)を含む有機保護層形成用塗液を調製し、スピンコート法により前記塗液を塗布して、発光層と第2電極との間に膜厚20nmの有機保護層を成膜し、DCマグネトロンスパッタ装置のガラス基板を保持する基板ホルダーに回転機構を設置し、基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とが非平行になるように配置し、この回転機構を速度30秒/回で回転させて、膜厚が150nmになるまで間欠的に第2電極を5分間で成膜すること以外は、比較例5と同様にして、有機LED素子を作製した。

【0108】実施例17

有機保護層を形成する材料として、PEDOT/PSSの代わりにポリアニリン(PANI)を用い、その膜厚を100nmとしたこと以外は、実施例16と同様にして有機LED素子を作製した。

【0109】比較例6

ガラス基板上に、反射電極として、マスクを用いた抵抗加熱蒸着法により、膜厚100nm、幅2mm×長さ50mmになるように銀を蒸着させた。その上に、第1電極として、銀蒸着で使用した同様のマスクを用いたRFマグネトロンスパッタ法により、膜厚150nm、幅2mm×長さ50mmになるようにITOを蒸着させた。次に、ITOの抵抗を下げるために、この基板を400℃で加熱処理した。次に、発光層形成用塗液として、PDAFを含むトルエン溶液を調製し、スピンコート法により前記塗液を塗布して、膜厚80nmの発光層を成膜した。次に、得られた基板を100℃、1時間加熱乾燥を行った。

【0110】最後に、次のようにして第2電極を成膜した。反射電極、第1電極および発光層が形成されたガラス基板と、In-Zn-O系非晶質導電性酸化物(IDIXO、Inの原子数比 $In/(In+Zn)=0.83$)からなるターゲットとを、DCマグネトロンスパッタ装置のチャンバーに設置した。なお、ガラス基板を保持する基板ホルダーとターゲットとを、基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とが非平行になるように配置し、その間隔は100mmとし、これらの間にはシャッターを設置した。チャンバー内を真空度 1×10^{-6} Torrまで脱気し、真空度が 3×10^{-3} Torrになるまでアルゴンと酸素の混合ガス(比率99:1)を導入

した。次いで、シャッターを開放した状態で、基板温度を室温とし、スパッタリングパワー800Wで、膜厚が150nmになるまで第2電極を連続的に成膜した。

【0111】実施例18

保護電極層として、抵抗加熱蒸着法により膜厚5nmのカルシウムを発光層と第2電極との間に成膜し、DCマグネトロンスパッタ装置のガラス基板を保持する基板ホルダーに回転機構を設置し、基板の被成膜面とターゲットの対スパッタ面とが非平行になるように配置し、この回転機構を速度30秒/回で回転させて、膜厚が150nmになるまで間欠的に第2電極を5分間で成膜すること以外は、比較例6と同様にして、有機LED素子を作製した。

【0112】実施例19

保護電極層を設ける代わりに、有機保護層として膜厚4*

*0nmのポリスチレンスルホン酸セシウム(PSS)を発光層と第2電極との間に設けたこと以外は、実施例18と同様にして有機LED素子を作製した。なお、有機保護層は、PSSを含む有機保護層形成用塗液を調製し、スピンコート法により前記塗液を塗布することにより成膜した。

【0113】以上のようにして作製した有機LED素子に直流電圧を印加して、有機LED素子が発光輝度100cd/m²で発光したときの駆動電圧と発光効率を測定した。また、有機LED素子に直流電圧を印加して、有機LED素子が定電流駆動で初期発光輝度100cd/m²から50cd/m²に低下するまでの輝度半減寿命を測定した。

【0114】

【表2】

	駆動電圧 (V)	発光効率 (cd/A)	輝度半減寿命 (h)
比較例3	14.5	0.6	100
実施例9	5.9	2.6	1,900
実施例10	5.9	2.5	1,900
実施例11	5.5	2.8	2,200
実施例12	5.2	3.1	2,200
実施例13	4.8	3.2	2,100
実施例14	5.4	3.2	2,200
実施例15	5.6	3.1	2,100
比較例4	6.3	2.1	2,000
比較例5	12.3	0.04	100
実施例16	4.5	0.8	1,000
実施例17	5.2	0.8	1,200
比較例6	26.3	0.01	10
実施例18	6.2	0.5	1,000
実施例19	5.4	0.9	1,100

【0115】実施例20

遮光性基板としてアルミナ基板(厚さ:2.0mm(±3.0%))、抵抗値:>10¹⁴・cm、軟化点:1400)を用意し、この基板上に、SiH₄の分解によるLP-CDV法により膜厚50nmの-Si膜を成膜し、その後、固相成長法により-Siを多結晶化した。次に、チャンネル部、ソース・ドレイン部からなるPoly-Si膜をエッチング加工し、ゲート絶縁膜としてPoly-Siを1000以上で熱酸化して、膜厚100nmのSiO₂を形成した。この後、ゲート電極として膜厚100nmのアルミニウムをスパッタ法により成膜した。そして、ゲート電極をパターンニングした。また、コンデンサーの下部電極を加工した。この後、ゲート電極側面を陽極酸化し、オフセット部を形成し、その後、イオン打ち込み法によりソース・ドレイン部にリンを高濃度にドーピングした。走査線を形成し、この後、絶縁膜として膜厚300nmのSiO₂膜を形成した。コンタクトホールを開口し、さらにソースメタル、

共通電極を形成し、コンデンサーの上部電極を形成し、高温プロセスによりPoly-Si TFTを形成した。

【0116】次に、遮光性絶縁膜として、Ni_{0.7}Zn_{0.3}Fe₂O₄ターゲットを用いたスパッタ法により、基板の全面に膜厚2μmの無機黒色絶縁膜を成膜した。ここで、可視光領域での透過率は2%以下であった。次に、ドレイン電極と電気的に接続できるようにフォトリソグラフィ法によりコンタクトホールを画素の中央部に設けた。これにより画素に均等に電流を供給することができる。次に、スパッタ法により遮光性絶縁膜上に膜厚3μmのアルミニウムを成膜した。次に、この厚さ4μm分を研磨することにより、遮光性絶縁膜とコンタクトホールを含めて平坦化した。

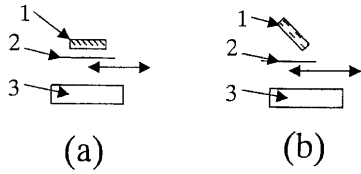
【0117】次に、反射電極として、抵抗加熱蒸着装置を用いた真空蒸着法により、膜厚100nmの銀をマスク蒸着した。その上に、第1電極として、RFマグネトロンスパッタ装置およびIDIXOターゲットを用いた

- 14 保護電極
- 15 有機保護層
- 16 有機LED素子
- 17 半導体層(活性層)
- 18 コンタクトホール
- 19 ゲート
- 20 ソース

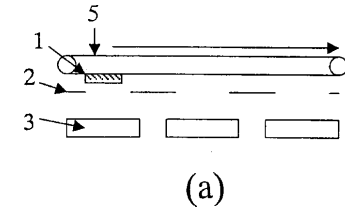
- * 21 走査線
- 22 封止基板(封止膜)
- 23 偏光板
- 24 信号線
- 25 共通線
- 26 コンデンサー

*

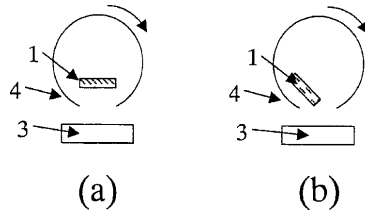
【図1】



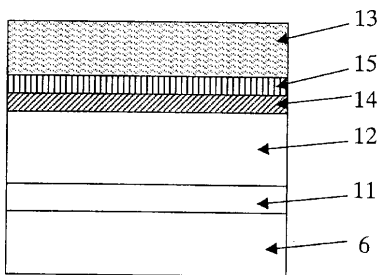
【図2】



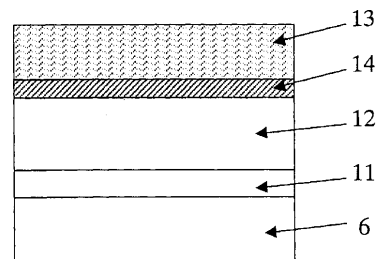
【図3】



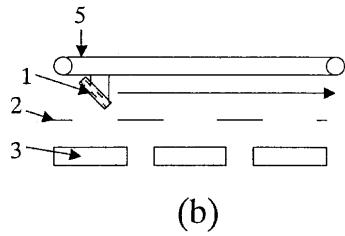
【図8】



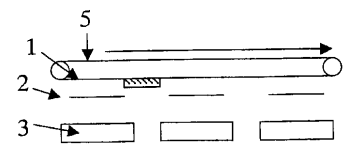
【図6】



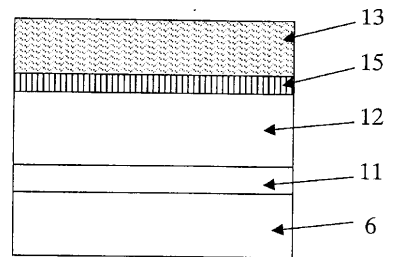
(b)



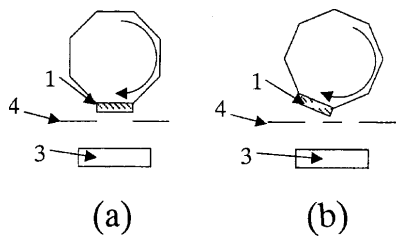
(c)



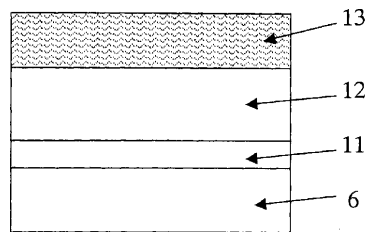
【図7】



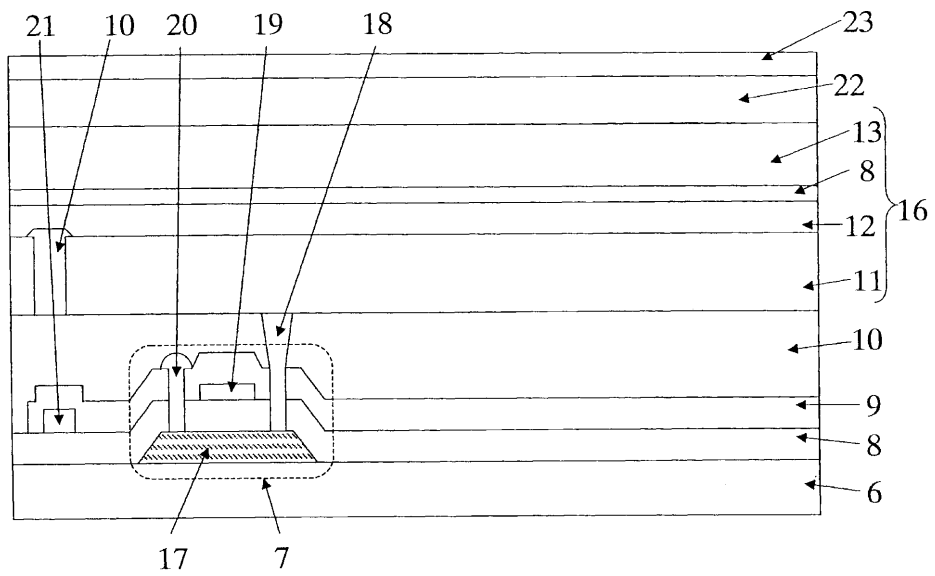
【図4】



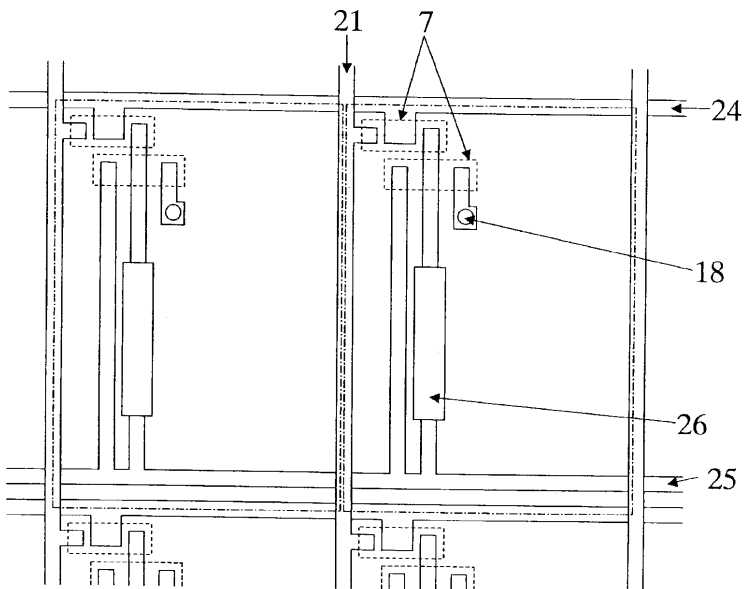
【図5】



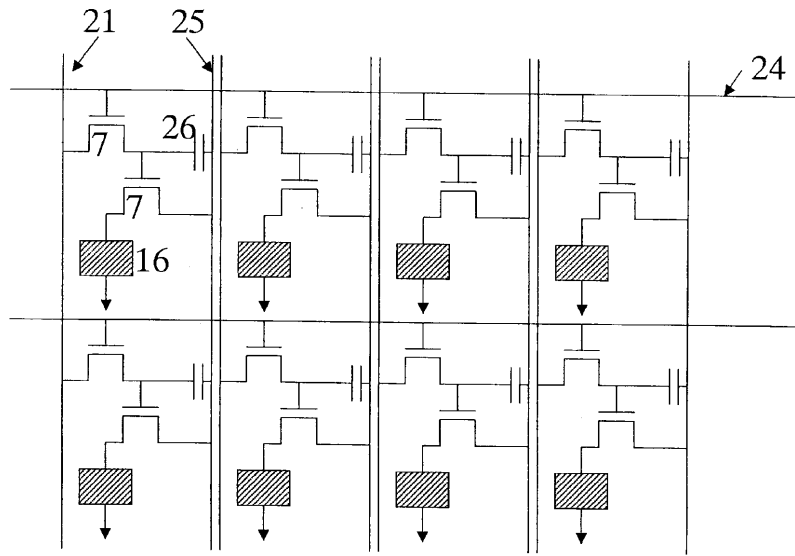
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB18 CB01 CB04 CC01
DB03 FA01 FA02
4K029 AA09 BA50 BC09 BD00 CA05
DA12 DC16 DC34 DC39 JA02

专利名称(译)	有机LED元件及其制造方法，有机LED显示装置		
公开(公告)号	JP2003303681A	公开(公告)日	2003-10-24
申请号	JP2002106628	申请日	2002-04-09
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	藤田悦昌 小倉隆		
发明人	藤田 悦昌 小倉 隆		
IPC分类号	H05B33/10 C23C14/34 H01L51/50 H05B33/14 H05B33/26		
FI分类号	H05B33/10 C23C14/34.S H05B33/14.A H05B33/26.Z H05B33/26.A		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB18 3K007/CB01 3K007/CB04 3K007/CC01 3K007/DB03 3K007/FA01 3K007/FA02 4K029/AA09 4K029/BA50 4K029/BC09 4K029/BD00 4K029/CA05 4K029/DA12 4K029/DC16 4K029/DC34 4K029/DC39 4K029/JA02 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD22 3K107/DD23 3K107/DD24 3K107/DD27 3K107/DD29 3K107/DD42Y 3K107/DD44Y 3K107/DD46X 3K107/DD46Y 3K107/EE03 3K107/FF15 3K107/GG00 3K107/GG01 3K107/GG04 3K107/GG05 3K107/GG33 3K107/HH05		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种有机发光二极管元件，其具有与通过电阻加热气相沉积法形成对电极的情况下的发光效率相等或更高的发光效率，并且完全防止飞溅损坏并且具有长寿命。和在通过依次在基板上形成第一电极，具有至少一个发光层的有机LED层和第二电极来制造有机LED元件时，间歇地溅射第二电极。通过制造特征在于形成有机LED元件的方法解决了上述问题。

