

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- (A) 第 1 電極、
- (B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、
- (C) 半透過・反射膜、
- (D) 抵抗層、及び、
- (E) 第 2 電極、

が、順次、積層されて成り、

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、

第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

有機層上における半透過・反射膜の平均膜厚は、1 nm 乃至 6 nm である発光素子。

10

【請求項 2】

半透過・反射膜は、マグネシウム - 銀合金、アルミニウム、又は、銀から成る請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

抵抗層を構成する材料の電気抵抗率は $1 \times 10^6 \Omega \cdot m$ 乃至 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot m$ であり、有機層の上方における抵抗層の厚さは $0.1 \mu m$ 乃至 $2 \mu m$ である請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 4】

第 1 電極上に異物又は突起部が存在する場合、異物又は突起部の近傍には半透過・反射膜が形成されておらず、異物又は突起部の周辺に位置する半透過・反射膜の部分と異物の下又は突起部の根本に位置する第 1 電極の部分との間には抵抗層が存在する請求項 1 に記載の発光素子。

20

【請求項 5】

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させる請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 6】

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_1 、光学距離を OL_1 、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 としたとき、以下の式 (1 - 1) 及び式 (1 - 2) を満たす請求項 5 に記載の発光素子。

30

$$0.7 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \quad (1 - 1)$$

$$0.7 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \leq 2 \times OL_2 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \quad (1 - 2)$$

ここで、

λ : 発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長

ϕ_1 : 第 1 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_1 \leq 0$]

40

ϕ_2 : 第 2 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_2 \leq 0$]

であり、 (m_1, m_2) の値は、 $(0, 0)$ 又は $(1, 0)$ 又は $(0, 1)$ である。

【請求項 7】

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第 1 界面と第 2 界面で反射する際に生じる位相シフトの和を Φ ラジアン [但し、 $-2\pi < \Phi \leq 0$]、発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長を λ とした場合、

$$0.7 \{ (2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) \} \leq 1.3$$

又は、

50

- 0 . 3 { (2 L) / λ + Φ / (2 π) } 0 . 3
を満足する請求項 5 に記載の発光素子。

【請求項 8】

- (A) 第 1 電極、
- (B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、
- (C) 半透過・反射膜、
- (D) 抵抗層、及び、
- (E) 第 2 電極、

が、順次、積層されて成り、

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、

第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_1 、光学距離を OL_1 、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 としたとき、以下の式 (1 - 1) 及び式 (1 - 2) を満たす発光素子。

$$0 . 7 \{ - \Phi_1 / (2 \pi) + m_1 \} \quad 2 \times OL_1 / \lambda \quad 1 . 2 \{ - \Phi_1 / (2 \pi) + m_1 \} \\ (1 - 1)$$

$$0 . 7 \{ - \Phi_2 / (2 \pi) + m_2 \} \quad 2 \times OL_2 / \lambda \quad 1 . 2 \{ - \Phi_2 / (2 \pi) + m_2 \} \\ (1 - 2)$$

ここで、

λ : 発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長

Φ_1 : 第 1 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位 : ラジアン) [但し、 $- 2 \pi < \Phi_1 \leq 0$]

Φ_2 : 第 2 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位 : ラジアン) [但し、 $- 2 \pi < \Phi_2 \leq 0$]

であり、 (m_1 , m_2) の値は、 $(0 , 0)$ 又は $(1 , 0)$ 又は $(0 , 1)$ である。

【請求項 9】

- (A) 第 1 電極、
- (B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、
- (C) 半透過・反射膜、
- (D) 抵抗層、及び、
- (E) 第 2 電極、

が、順次、積層されて成り、

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、

第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第 1 界面と第 2 界面で反射する際に生じる位相シフトの和を Φ ラジアン [但し、 $- 2 \pi < \Phi \leq 0$]、発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長を λ とした場合、

$$0 . 7 \{ (2 L) / \lambda + \Phi / (2 \pi) \} \quad 1 . 3$$

又は、

$$- 0 . 3 \{ (2 L) / \lambda + \Phi / (2 \pi) \} \quad 0 . 3$$

を満足する発光素子。

【請求項 10】

- (A) 第 1 電極、
- (B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、
- (C) 半透過・反射膜、
- (D) 抵抗層、及び、
- (E) 第 2 電極、

が、順次、積層されて成り、

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、

第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させ、

発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、600 nm 乃至 650 nm であり、

第 1 電極上における有機層の膜厚は、 1.1×10^{-7} m 乃至 1.6×10^{-7} m である発光素子。

【請求項 11】

10

(A) 第 1 電極、

(B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、

(C) 半透過・反射膜、

(D) 抵抗層、及び、

(E) 第 2 電極、

が、順次、積層されて成り、

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、

第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させ、

20

発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、500 nm 乃至 550 nm であり、

第 1 電極上における有機層の膜厚は、 9×10^{-8} m 乃至 1.3×10^{-7} m である発光素子。

【請求項 12】

(A) 第 1 電極、

(B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、

(C) 半透過・反射膜、

(D) 抵抗層、及び、

(E) 第 2 電極、

が、順次、積層されて成り、

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、

第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させ、

30

発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、430 nm 乃至 480 nm であり、

第 1 電極上における有機層の膜厚は、 6×10^{-8} m 乃至 1.1×10^{-7} m である発光素子。

40

【請求項 13】

(a) 第 1 電極、

(b) 開口部を有し、開口部の底部に第 1 電極が露出した絶縁層、

(c) 開口部の底部に露出した第 1 電極の部分の上から、開口部を取り囲む絶縁層の部分に互り設けられ、有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、

(d) 少なくとも有機層上に形成された半透過・反射膜、

(e) 半透過・反射膜を覆う抵抗層、及び、

(f) 抵抗層上に形成された第 2 電極、

を具備した有機エレクトロルミネッセンス素子を、複数、有し、

50

第 1 電極は、発光層からの光を反射し、
 第 2 電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、
 絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は、少なくとも部分的に不連続である有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 14】

有機層上における半透過・反射膜の平均膜厚は、1 nm 乃至 6 nm である請求項 13 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 15】

半透過・反射膜は、マグネシウム - 銀合金、アルミニウム、又は、銀から成る請求項 13 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 16】

抵抗層を構成する材料の電気抵抗率は $1 \times 10^6 \Omega \cdot m$ 乃至 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot m$ であり、有機層の上方における抵抗層の厚さは $0.1 \mu m$ 乃至 $2 \mu m$ である請求項 13 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 17】

第 1 電極上に異物又は突起部が存在する場合、異物又は突起部の近傍には半透過・反射膜が形成されておらず、異物又は突起部の周辺に位置する半透過・反射膜の部分と異物の下又は突起部の根本に位置する第 1 電極の部分との間には抵抗層が存在する請求項 13 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 18】

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させる請求項 13 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 19】

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_1 、光学距離を OL_1 、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 としたとき、以下の式 (1 - 1) 及び式 (1 - 2) を満たす請求項 18 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

$$0.7 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \quad (1 - 1)$$

$$0.7 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \leq 2 \times OL_2 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \quad (1 - 2)$$

ここで、

λ : 発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長

ϕ_1 : 第 1 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_1 \leq 0$]

ϕ_2 : 第 2 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_2 \leq 0$]

であり、 (m_1, m_2) の値は、 $(0, 0)$ 又は $(1, 0)$ 又は $(0, 1)$ である。

【請求項 20】

第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第 1 界面と第 2 界面で反射する際に生じる位相シフトの和を Φ ラジアン [但し、 $-2\pi < \Phi \leq 0$]、発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長を λ とした場合、

$$0.7 \{ (2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) \} \leq 1.3$$

又は、

$$-0.3 \leq (2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) \leq 0.3$$

を満足する請求項 18 に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子、及び、係る発光素子を備えた有機エレクトロルミネッセンス表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶表示装置に代わる表示装置として、有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、単に、『有機EL素子』と略称する場合がある）を用いた有機エレクトロルミネッセンス表示装置（以下、単に、『有機EL表示装置』と略称する場合がある）が注目されている。有機EL表示装置は、自発光型であり、消費電力が低いという特性を有しており、また、高精細度の高速ビデオ信号に対しても十分な応答性を有するものと考えられており、実用化に向けての開発、商品化が鋭意進められている。

【0003】

有機EL素子は、通常、第1電極、有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、及び、第2電極が、順次、積層された構造を有する。そして、有機EL素子においては、共振器構造を導入することによって、即ち、有機層を構成する各層の厚さの最適化を図ることで、発光色の色純度を向上させたり、発光効率を高めるなど、発光層で発生する光を制御する試みが行われている（例えば、国際公開第01/39554号パンフレット参照）。

【0004】

ここで、色度、輝度の視野角依存性に問題が生じる場合があるので、即ち、視野角が大きくなるに従い、有機EL表示装置からの光のスペクトルにおけるピーク波長が大きく移動したり、光強度が大幅に低下するといった問題が生じる場合があるので、共振の強さはなるべく低く抑える、つまり、有機層の厚さは出来る限り薄くすることが望ましい（上述した国際公開第01/39554号パンフレット参照）。然るに、有機層の厚さが薄い場合、図13に模式的に示すように、第1電極上にパーティクル（異物）や突起部が存在すると、有機層のカバレッジが完全ではなくなり、第1電極と第2電極との間で短絡が生じる虞がある。そして、このよう短絡が生じると、アクティブマトリクス方式の有機EL表示装置においては、短絡を含む画素が欠陥となってしまう、有機EL表示装置の表示品質を劣化させてしまう。また、パッシブマトリクスの有機EL表示装置においては、欠線となってしまう、やはり、有機EL表示装置の表示品質を劣化させてしまう。このような問題は、特に、大型の有機EL表示装置に顕著な問題となる。即ち、視野角特性がより厳しくなる一方、単位面積当たりの許容欠陥数が少なくなるからである。

【0005】

これまで、第1電極と第2電極との間での短絡を減少させる取り組みが、種々、行われてきている。例えば、特開2001-035667には、ボトムエミッション方式の有機EL表示装置において、アノード電極と有機膜の間に高抵抗層を挿入する技術が開示されている。また、特開2006-338916には、トップエミッション方式の有機EL表示装置において、アノード電極を2層とし、有機層に近いアノード電極を構成する層を高抵抗にする技術が開示されている。更には、特開2005-209647には、ボトムエミッション方式の有機EL表示装置において、カソード電極を2層とし、有機層に近いアノード電極を構成する層を高抵抗にする技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第01/39554号パンフレット

【特許文献2】特開2001-035667

【特許文献3】特開2006-338916

【特許文献4】特開2005-209647

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、これらの特許公開公報に開示されたように、アノード電極とカソード電極との間に高抵抗層を挿入した場合でも、共振器構造と組み合わせる場合、上述した問題を解決することができない。即ち、表示欠陥の発生を確実に防止するために、パーティクル（異物）や突起部への高抵抗層のカバレッジを向上させるためには、高抵抗層の膜厚を十分厚くする必要がある。しかしながら、高抵抗層の膜厚を厚くすると、上述したとおり、視野角依存性が増大してしまう。

【0008】

従って、本発明の目的は、たとえ、第1電極上にパーティクル（異物）や突起部が存在したとしても、第1電極と第2電極との間で短絡が生じることがない構成、構造を有する発光素子、及び、係る発光素子を備えた有機エレクトロルミネッセンス表示装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するための本発明の第1の態様～第5の態様に係る発光素子は、

- (A) 第1電極、
- (B) 有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、
- (C) 半透過・反射膜、
- (D) 抵抗層、及び、
- (E) 第2電極、

20

が、順次、積層されて成り、

第1電極は、発光層からの光を反射し、

第2電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過する。

【0010】

そして、本発明の第1の態様に係る発光素子において、有機層上における半透過・反射膜の平均膜厚は、1nm乃至6nmである。

【0011】

上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る発光素子において、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_1 、光学距離を OL_1 、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 としたとき、以下の式（1-1）及び式（1-2）を満たす。

30

$$0.7 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \quad (1-1)$$

$$0.7 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \leq 2 \times OL_2 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \quad (1-2)$$

ここで、

λ : 発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長

ϕ_1 : 第1界面で生じる反射光の位相シフト量（単位：ラジアン）[但し、 $-2\pi < \phi_1 \leq 0$]

40

ϕ_2 : 第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）で生じる反射光の位相シフト量（単位：ラジアン）[但し、 $-2\pi < \phi_2 \leq 0$]

であり、 (m_1, m_2) の値は、 $(0, 0)$ 又は $(1, 0)$ 又は $(0, 1)$ である。

【0012】

上記の目的を達成するための本発明の第3の態様に係る発光素子において、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第1界面と第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）で反射する際に生じる位相シフトの和を ϕ ラジアン[但し、 $-2\pi < \phi \leq 0$]

50

〕、発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長を λ とした場合、
 $0.7 \leq \{ (2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) \} \leq 1.3$

又は、

$-0.3 \leq \{ (2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) \} \leq 0.3$

を満足する。

【0013】

上記の目的を達成するための本発明の第4の態様に係る発光素子において、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させ、

発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、600nm乃至650nmであり、

第1電極上における有機層の膜厚は、 1.1×10^{-7} m乃至 1.6×10^{-7} mである。

【0014】

上記の目的を達成するための本発明の第5の態様に係る発光素子において、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させ、

発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、500nm乃至550nmであり、

第1電極上における有機層の膜厚は、 9×10^{-8} m乃至 1.3×10^{-7} mである。

【0015】

上記の目的を達成するための本発明の第6の態様に係る発光素子において、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、後述する第3界面若しくは第4界面）との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させ、

発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、430nm乃至480nmであり、

第1電極上における有機層の膜厚は、 6×10^{-8} m乃至 1.1×10^{-7} mである。

【0016】

上記の目的を達成するための本発明の有機エレクトロルミネッセンス表示装置（有機EL表示装置）は、

（a）第1電極、

（b）開口部を有し、開口部の底部に第1電極が露出した絶縁層、

（c）開口部の底部に露出した第1電極の部分の上から、開口部を取り囲む絶縁層の部分に互い設けられ、有機発光材料から成る発光層を備えた有機層、

（d）少なくとも有機層上に形成された半透過・反射膜、

（e）半透過・反射膜を覆う抵抗層、及び、

（f）抵抗層上に形成された第2電極、

を具備した有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）を、複数、有し、

第1電極は、発光層からの光を反射し、

第2電極は、半透過・反射膜を透過した光を透過し、

絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は、少なくとも部分的に不連続である。

【0017】

本発明の有機EL表示装置において、複数の有機EL素子の配列を、ストライプ配列、ダイアゴナル配列、デルタ配列、レクタングル配列とすることができる。

【0018】

本発明の有機EL表示装置にあつては、絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は少なくとも部分的に不連続であるが、より具体的には、絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は、有機層の上の半透過・反射膜の部分と、部分的に繋がっていてもよいし、繋がっていなくと

10

20

30

40

50

もよい。また、一部の有機ＥＬ素子にあっては、絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は有機層の上の半透過・反射膜の部分と部分的に繋がっており、残りの有機ＥＬ素子にあっては、絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は有機層の上の半透過・反射膜の部分と繋がっていない形態もあり得る。

【００１９】

本発明の第２の態様～第６の態様に係る発光素子あるいは本発明の有機ＥＬ表示装置において、有機層上における半透過・反射膜の平均膜厚は、１ｎｍ乃至６ｎｍであることが好ましい。

【００２０】

上記の好ましい形態を含む本発明の第１の態様～第６の態様に係る発光素子あるいは本発明の有機ＥＬ表示装置（以下、これらを総称して、単に、『本発明』と呼ぶ場合がある）において、半透過・反射膜は、マグネシウム（Ｍｇ）-銀（Ａｇ）合金、マグネシウム（Ｍｇ）-カルシウム（Ｃａ）、アルミニウム（Ａｌ）、又は、銀（Ａｇ）から成る構成とすることができる。尚、半透過・反射膜をマグネシウム-銀合金から構成する場合、マグネシウムと銀との体積比として、 $Mg : Ag = 5 : 1 \sim 30 : 1$ を例示することができる。また、半透過・反射膜をマグネシウム-カルシウムから構成する場合、マグネシウムとカルシウムとの体積比として、 $Mg : Ca = 1 : 0.1 \sim 1 : 0.5$ を例示することができる。半透過・反射膜は、有機ＥＬ表示装置において、通常、「膜」として識別されるが、場合によっては、有機層の最上層部、半透過・反射膜及び抵抗層の下層部が混在した状態、あるいは、有機層の最上層部、半透過・反射膜を構成するマグネシウム及び抵抗層が混在し、銀粒子が点在した状態となっている。

【００２１】

上記の好ましい構成を含む本発明において、抵抗層を構成する材料の電気抵抗率は、 $1 \times 10^6 \Omega \cdot m$ 乃至 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot m$ （ $1 \times 10^4 \Omega \cdot cm$ 乃至 $1 \times 10^8 \Omega \cdot cm$ ）、好ましくは $1 \times 10^8 \Omega \cdot m \sim 1 \times 10^9 \Omega \cdot m$ （ $1 \times 10^6 \Omega \cdot cm \sim 1 \times 10^7 \Omega \cdot cm$ ）であり、有機層の上方における抵抗層の厚さは、 $0.1 \mu m$ 乃至 $2 \mu m$ 、好ましくは $0.3 \mu m$ 乃至 $1 \mu m$ である形態とすることができる。そして、この場合、抵抗層は酸化物半導体から成る形態とすることが望ましく、あるいは又、抵抗層は、酸化ニオブ（ Nb_2O_5 ）、酸化チタン（ TiO_2 ）、酸化モリブデン（ MoO_2, MoO_3 ）、酸化タンタル（ Ta_2O_5 ）、酸化ハフニウム（ HfO ）、 $IGZO$ 、酸化ニオブと酸化チタンの混合物、酸化チタンと酸化亜鉛（ ZnO ）の混合物、又は、酸化ケイ素（ SiO_2 ）と酸化錫（ SnO_2 ）の混合物、これらの材料の適宜の組合せから成る形態とすることができる。尚、抵抗層を構成する材料の電気抵抗率は、より具体的には、発光素子あるいは有機ＥＬ素子の駆動時、抵抗層において生じる電圧降下の値を考慮して決定すればよく、電圧降下の値として、例えば、 0.05 ボルト乃至 1.0 ボルトを例示することができる。

【００２２】

あるいは又、上記の好ましい構成を含む本発明において、抵抗層は、有機層側から、第１抵抗層及び第２抵抗層の積層構造を有し、第２抵抗層の電気抵抗率は第１抵抗層の電気抵抗率よりも高い形態とすることができる。あるいは又、抵抗層は、有機層側から、第１抵抗層、第２抵抗層、及び、第３抵抗層の積層構造を有し、第２抵抗層の電気抵抗率は、第１抵抗層の電気抵抗率よりも高く、且つ、第３抵抗層の電気抵抗率よりも高い形態とすることができる。ここで、第１抵抗層や第３抵抗層を構成する材料として、酸化亜鉛、酸化錫、酸化ニオブ、酸化チタン、酸化モリブデン、酸化タンタル、酸化ニオブと酸化チタンの混合物、酸化チタンと酸化亜鉛の混合物、又は、酸化ケイ素と酸化錫の混合物であって、成膜時の酸素分圧を下げて成膜した膜を挙げることができるし、第２抵抗層を構成する材料として、酸化ニオブ、酸化チタン、酸化モリブデン、酸化タンタル、酸化ニオブと酸化チタンの混合物、酸化チタンと酸化亜鉛の混合物、又は、酸化ケイ素と酸化錫の混合物を挙げることができる。第１抵抗層、第２抵抗層及び第３抵抗層の電気抵抗率を R_1 （ $\Omega \cdot m$ ）、 R_2 （ $\Omega \cdot m$ ）、 R_3 （ $\Omega \cdot m$ ）とすると、例えば、

$$1 \times 10^{-3} \leq R_1 / R_2 \leq 1 \times 10^{-1}$$

10

20

30

40

50

$$1 \times 10^{-3} \leq R_3 / R_2 \leq 1 \times 10^{-1}$$

を満足することが望ましい。このように抵抗層を多層構造とすることで、抵抗層と半透過・反射膜との間の接触状態をより一層良好なものとすることができ、抵抗層における電圧降下を少なくすることができ、駆動電圧の低電圧化を図ることができる。

【0023】

あるいは又、抵抗層が少なくとも第1抵抗層及び第2抵抗層の積層構造を有する場合、第1抵抗層を構成する材料の屈折率を n_1 、第2抵抗層を構成する材料の屈折率を n_2 としたとき、更には、有機層の最上層を構成する材料の屈折率を n_0 としたとき、効率を重視する場合、

$$\begin{aligned} -0.6 \leq n_0 - n_1 &\leq 0.4 \\ 0.4 \leq n_1 - n_2 &\leq 0.9 \end{aligned}$$

を満足することが望ましく、あるいは又、視野角を重視する場合、

$$\begin{aligned} -0.2 \leq n_0 - n_1 &\leq 0.2 \\ 0.2 \leq n_1 - n_2 &\leq 0.4 \end{aligned}$$

を満足することが望ましい。

【0024】

ここで、半透過・反射膜と抵抗層との界面を『第3界面』と呼び、第1抵抗層と第2抵抗層との界面を『第4界面』と呼ぶ。通常、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面との間で、発光層で発光した光を共振させるが、半透過・反射膜の厚さが薄くなると、半透過・反射膜の平均光透過率の値が高くなり、発光層で発光した光の大部分が半透過・反射膜を透過するようになる場合がある、このような場合には、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と抵抗層との界面によって構成された第3界面との間で、発光層で発光した光を共振させ、あるいは又、抵抗層が多層構成である場合には、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、第1抵抗層と第2抵抗層との界面によって構成された第4界面との間で、発光層で発光した光を共振させ、あるいは又、第1界面と第3界面との間で、発光層で発光した光を共振させ、且つ、第1界面と第4界面との間で、発光層で発光した光を共振させる。

【0025】

以上に説明した各種の好ましい構成、形態を含む本発明にあっては、第1電極上に異物又は突起部が存在する場合、異物又は突起部の近傍には半透過・反射膜が形成されておらず、異物又は突起部の周辺に位置する半透過・反射膜の部分と異物の下又は突起部の根本に位置する第1電極の部分との間には抵抗層が存在する構成とすることができる。ここで、異物（パーティクル）は、屢々、第1電極等の形成時や搬送時に第1電極上に付着する可能性が大である。一方、突起部は、屢々、第1電極等の形成時に生成する。

【0026】

更には、以上に説明した各種の好ましい構成、形態を含む本発明にあっては、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、上述した第3界面若しくは第4界面）との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させる形態とすることができる。

【0027】

そして、この場合、本発明の第1の態様、第4の態様～第6の態様に係る発光素子、本発明の有機EL表示装置にあっては、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_1 、光学距離を OL_1 、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面（あるいは、上述した第3界面若しくは第4界面）から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 としたとき、以下の式（1-1）及び式（1-2）を満たす形態とすることができる。

$$0.7 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \quad (1-1)$$

10

20

30

40

50

$$0.7 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \quad 2 \times OL_2 / \lambda \quad 1.2 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \\ (1-2)$$

ここで、

λ : 発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長

ϕ_1 : 第1界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_1 \leq 0$]

ϕ_2 : 第2界面 (あるいは、上述した第3界面若しくは第4界面) で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_2 \leq 0$]

であり、 (m_1, m_2) の値は、 $(0, 0)$ 又は $(1, 0)$ 又は $(0, 1)$ である。

【0028】

10

あるいは又、この場合、本発明の第1の態様、第4の態様～第6の態様に係る発光素子、本発明の有機EL表示装置にあっては、第1電極と有機層との界面によって構成された第1界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第2界面 (あるいは、上述した第3界面若しくは第4界面) との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第1界面と第2界面 (あるいは、上述した第3界面若しくは第4界面) で反射する際に生じる位相シフトの和を ϕ ラジアン [但し、 $-2\pi < \phi \leq 0$]、発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長を λ とした場合、

$$0.7 \{ (2L) / \lambda + \phi / (2\pi) \} \quad 1.3$$

又は、

$$-0.3 \{ (2L) / \lambda + \phi / (2\pi) \} \quad 0.3$$

20

を満足する形態とすることができる。

【0029】

以上に説明した好ましい形態、構成を含む本発明において、第1電極の平均光反射率は50%以上、好ましくは80%以上であり、半透過・反射膜の平均光透過率は50%乃至97%、好ましくは60%乃至97%であることが望ましい。

【0030】

本発明における第1電極 (光反射電極) を構成する材料 (光反射材料) として、第1電極をアノード電極として機能させる場合、例えば、白金 (Pt)、金 (Au)、銀 (Ag)、クロム (Cr)、タングステン (W)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、タンタル (Ta) といった仕事関数の高い金属あるいは合金 (例えば、銀を主成分とし、0.3重量%乃至1重量%のパラジウム (Pd) と、0.3重量%～1重量%の銅 (Cu) とを含む Ag-Pd-Cu 合金や、Al-Nd 合金) を挙げることができる。更には、アルミニウム (Al) 及びアルミニウムを含む合金等の仕事関数の値が小さく、且つ、光反射率の高い導電材料を用いる場合には、適切な正孔注入層を設けるなどして正孔注入性を向上させることで、アノード電極として用いることができる。第1電極の厚さとして、0.1 μm 乃至 1 μm を例示することができる。あるいは又、誘電体多層膜やアルミニウム (Al) といった光反射性の高い反射膜上に、インジウムとスズの酸化物 (ITO) やインジウムと亜鉛の酸化物 (IZO) 等の正孔注入特性に優れた透明導電材料を積層した構造とすることもできる。一方、第1電極をカソード電極として機能させる場合、仕事関数の値が小さく、且つ、光反射率の高い導電材料から構成することが望ましいが、アノード電極として用いられる光反射率の高い導電材料に適切な電子注入層を設けるなどして電子注入性を向上させることで、カソード電極として用いることもできる。

30

40

【0031】

一方、本発明における第2電極を構成する材料 (半光透過材料) として、第2電極をカソード電極として機能させる場合、発光光を透過し、しかも、有機層に対して電子を効率的に注入できるように仕事関数の値の小さな導電材料から構成することが望ましく、例えば、マグネシウム-銀合金、アルミニウム、銀、カルシウム、ストロンチウム等の金属あるいは合金を挙げることができるし、ITO や IZO から成る所謂透明電極材料に適切な電子注入層を設けて電子注入性を向上させる構成としてもよい。第2電極の厚さとして、

50

$2 \times 10^{-9} \text{ m}$ 乃至 $5 \times 10^{-8} \text{ m}$ 、好ましくは、 $3 \times 10^{-9} \text{ m}$ 乃至 $2 \times 10^{-8} \text{ m}$ 、より好ましくは、 $5 \times 10^{-9} \text{ m}$ 乃至 $1 \times 10^{-8} \text{ m}$ を例示することができる。また、第2電極に対して、低抵抗材料から成るバス電極（補助電極）を設け、第2電極全体として低抵抗化を図ってもよい。尚、第2電極をアノード電極として機能させる場合、発光光を透過し、しかも、仕事関数の値の大きな導電材料から構成することが望ましい。

【0032】

第1電極や第2電極、半透過・反射膜として、例えば、電子ビーム蒸着法や熱フィラメント蒸着法、真空蒸着法を含む蒸着法、スパッタリング法、化学的気相成長法（CVD法）やイオンプレーティング法とエッチング法との組合せ；スクリーン印刷法やインクジェット印刷法、メタルマスク印刷法といった各種印刷法；メッキ法（電気メッキ法や無電解メッキ法）；リフトオフ法；レーザアブレーション法；ゾル・ゲル法等を挙げることができる。各種印刷法やメッキ法によれば、直接、所望の形状（パターン）を有する第1電極や第2電極、半透過・反射膜を形成することが可能である。尚、有機層を形成した後、第1電極や第2電極を形成する場合、特に真空蒸着法のような成膜粒子のエネルギーが小さな成膜方法、あるいは又、MOCVD法といった成膜方法に基づき形成することが、有機層のダメージ発生を防止するといった観点から好ましい。また、半透過・反射膜を形成する場合にも、特に真空蒸着法のような成膜粒子のエネルギーが小さく、しかも、カバレッジの悪い成膜方法に基づき形成することが、有機層のダメージ発生を防止し、しかも、不連続な部分を設けるといった観点から好ましい。有機層にダメージが発生すると、リーク電流の発生による「滅点」と呼ばれる非発光画素（あるいは非発光副画素）が生じる虞がある。有機層の形成からこれらの電極等の形成までを大気に暴露することなく実行することが、大気中の水分による有機層の劣化を防止するといった観点から好ましい。第2電極と半透過・反射膜とは、電氣的に接続されていてもよいし、接続されていなくともよい。

【0033】

抵抗層、第1抵抗層、第2抵抗層、第3抵抗層は、例えば、スパッタリング法や、CVD法、イオンプレーティング法等のカバレッジの良好な成膜方法にて成膜することが好ましい。

【0034】

第1電極及び半透過・反射膜は入射した光の一部を吸収し、残りを反射する。従って、反射光に位相シフトが生じる。この位相シフト量 ϕ_1 、 ϕ_2 は、第1電極及び半透過・反射膜を構成する材料の複素屈折率の実数部分と虚数部分の値を、例えばエリブソメータを用いて測定し、これらの値に基づく計算を行うことで求めることができる（例えば、"Principles of Optic", Max Born and Emil Wolf, 1974(PERGAMON PRESS) 参照）。尚、有機層や第2電極、その他の層の屈折率もエリブソメータを用いて測定することで求めることができる。

【0035】

有機層は有機発光材料から成る発光層を備えているが、具体的には、例えば、正孔輸送層と発光層と電子輸送層との積層構造、正孔輸送層と電子輸送層を兼ねた発光層との積層構造、正孔注入層と正孔輸送層と発光層と電子輸送層と電子注入層との積層構造から構成することができる。有機層の形成方法として、真空蒸着法等の物理的気相成長法（PVD法）；スクリーン印刷法やインクジェット印刷法といった印刷法；転写用基板上に形成されたレーザ吸収層と有機層の積層構造に対してレーザを照射することでレーザ吸収層上の有機層を分離して、有機層を転写するといったレーザ転写法、各種の塗布法を例示することができる。有機層を真空蒸着法に基づき形成する場合、例えば、所謂メタルマスクを用い、係るメタルマスクに設けられた開口を通過した材料を堆積させることで有機層を得ることができる。

【0036】

ここで、本発明にあっては、正孔輸送層（正孔供給層）の厚さと電子輸送層（電子供給層）の厚さは、概ね等しいことが望ましい。あるいは又、正孔輸送層（正孔供給層）よりも電子輸送層（電子供給層）を厚くしてもよく、この場合には、低い駆動電圧で高効率化

に必要、且つ、十分な発光層への電子供給が可能となる。即ち、アノード電極に相当する第1電極と発光層との間に正孔輸送層を配置し、しかも、電子輸送層よりも薄い膜厚で形成することで、正孔の供給を増大させることが可能となる。そして、これにより、正孔と電子の過不足がなく、且つ、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、キャリアバランスが崩れ難く、駆動劣化が抑制され、発光寿命を長くすることができる。

【0037】

本発明にあつては、複数の発光素子あるいは有機EL素子は、第1基板上あるいは第1基板の上方に形成されている。ここで、第1基板として、あるいは又、第2基板として、高歪点ガラス基板、ソーダガラス($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)基板、硼珪酸ガラス($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)基板、フォスファイト($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$)基板、鉛ガラス($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$)基板、表面に絶縁膜が形成された各種ガラス基板、石英基板、表面に絶縁膜が形成された石英基板、表面に絶縁膜が形成されたシリコン基板、ポリメチルメタクリレート(ポリメタクリル酸メチル, PMMA)やポリビニルアルコール(PVA)、ポリビニルフェノール(PVP)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート(PET)に例示される有機ポリマー(高分子材料から構成された可撓性を有するプラスチック・フィルムやプラスチック・シート、プラスチック基板といった高分子材料の形態を有する)を挙げることができる。但し、後述する下面発光型の有機EL表示装置にあつては、第1基板は、発光素子が出射する光に対して透明であることが要求される。第1基板と第2基板を構成する材料は、同じであっても、異なってもよい。

【0038】

第1電極は、例えば、層間絶縁層上に設けられている。そして、この層間絶縁層は、第1基板上に形成された発光素子駆動部を覆っている。発光素子駆動部は、1又は複数の薄膜トランジスタ(TFT)から構成されており、TFTと第1電極とは、層間絶縁層に設けられたコンタクトプラグを介して電氣的に接続されている。層間絶縁層の構成材料として、 SiO_2 、BPSG、PSG、BSG、ASSG、PBSG、 SiON 、SOG(スピノングラス)、低融点ガラス、ガラスペーストといった SiO_2 系材料; SiN 系材料; ポリイミド等の絶縁性樹脂を、単独あるいは適宜組み合わせで使用することができる。層間絶縁層の形成には、CVD法、塗布法、スパッタリング法、各種印刷法等の公知のプロセスが利用できる。後述する下面発光型の有機EL表示装置にあつては、層間絶縁層は、発光素子からの光に対して透明な材料から構成する必要があるし、発光素子駆動部は発光素子からの光を遮らないように形成する必要がある。一方、層間絶縁層上に設けられた絶縁層は、平坦性に優れ、しかも、有機層の水分による劣化を防止して発光輝度を維持するために吸水率の低い絶縁材料から構成することが好ましく、具体的には、ポリイミド樹脂を挙げることができる。第2電極に対して低抵抗材料から成るバス電極(補助電極)を設ける場合、絶縁層の射影像中にバス電極(補助電極)の射影像が含まれるような位置にバス電極(補助電極)を設けることが望ましい。

【0039】

本発明の有機EL表示装置にあつては、第2電極の上方に固定された第2基板を備えている構成とすることができる。尚、このような構成の有機EL表示装置を便宜上、『上面発光型の有機EL表示装置』と呼ぶ場合がある。一方、第2電極の下方に固定された第1基板を備えている構成とすることもできる。尚、このような構成の有機EL表示装置を便宜上、『下面発光型の有機EL表示装置』と呼ぶ場合がある。そして、上面発光型の有機EL表示装置において、第2電極と第2基板との間には、第2電極側から、保護膜及び接着層(封止層)が形成されている形態とすることができる。ここで、保護膜を構成する材料として、発光層で発光した光に対して透明であり、緻密で、水分を透過させない材料を用いることが好ましく、具体的には、例えば、アモルファスシリコン($\alpha\text{-Si}$)、アモルファス炭化シリコン($\alpha\text{-SiC}$)、アモルファス窒化シリコン($\alpha\text{-Si}_{1-x}\text{N}_x$)、アモルファス酸化シリコン($\alpha\text{-Si}_{1-y}\text{O}_y$)、アモルファスカーボン($\alpha\text{-C}$)、アモ

ルファス酸化・窒化シリコン (α -SiON)、 Al_2O_3 を挙げることができるし、接着層(封止層)を構成する材料として、アクリル系接着剤、エポキシ系接着剤、ウレタン系接着剤、シリコン系接着剤、シアノアクリレート系接着剤といった熱硬化型接着剤や、紫外線硬化型接着剤を挙げることができる。尚、下面発光型の有機EL表示装置にあって、第2電極の上方に第2基板を配し、第1電極と第2基板の間には、第1電極側から、上述した保護膜及び接着層が形成されている形態とすることができる。

【0040】

有機層の上方には、有機層への水分の到達防止を目的として、上述したとおり、絶縁性あるいは導電性の保護膜を設けることが好ましい。保護膜は、特に真空蒸着法のような成膜粒子のエネルギーが小さい成膜方法、あるいは又、CVD法に基づき形成することが、下地に対して及ぼす影響を小さくすることができるので好ましい。あるいは又、有機層の劣化による輝度の低下を防止するために、成膜温度を常温に設定し、更には、保護膜の剥がれを防止するために保護膜のストレスが最小になる条件で保護膜を成膜することが望ましい。また、保護膜の形成は、既に形成されている電極を大気に暴露することなく形成することが好ましく、これによって、大気中の水分や酸素による有機層の劣化を防止することができる。更には、有機EL表示装置が上面発光型である場合、保護膜は、有機層で発生した光を例えば80%以上、透過する材料から構成することが望ましく、具体的には、無機アモルファス性の絶縁性材料、例えば、上述した材料を例示することができる。このような無機アモルファス性の絶縁性材料は、グレインを生成しないため、透水性が低く、良好な保護膜を構成する。尚、保護膜を導電材料から構成する場合、保護膜を、ITOやIZOのような透明導電材料から構成すればよい。

10

20

【0041】

本発明の有機EL表示装置をカラー表示の有機EL表示装置としたとき、有機EL表示装置を構成する有機EL素子のそれぞれによって、副画素が構成される。ここで、1画素は、例えば、赤色を発光する赤色発光副画素(本発明の第4の態様に係る発光素子によって構成される)、緑色を発光する緑色発光副画素(本発明の第5の態様に係る発光素子によって構成される)、及び、青色を発光する青色発光副画素(本発明の第6の態様に係る発光素子によって構成される)の3種類の副画素から構成されている。従って、この場合、有機EL表示装置を構成する有機EL素子の数を $N \times M$ 個とした場合、画素数は $(N \times M) / 3$ である。あるいは又、本発明の有機EL表示装置を、液晶表示装置用のバックライト装置や面状光源装置を含む照明装置として用いることができる。

30

【0042】

発光素子からの光が通過する第2基板や第1基板には、必要に応じて、カラーフィルターや遮光膜(ブラックマトリクス)を形成してもよい。

【0043】

場合によっては、赤色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の電気抵抗値 R_R 、緑色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の電気抵抗値 R_G 、及び、青色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の電気抵抗値 R_B の値を異ならせてもよい。即ち、例えば、

$$R_B > R_G$$

$$R_B > R_R$$

としてもよい。 R_B 、 R_G 、 R_R を異ならせるためには、例えば、赤色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の厚さと、緑色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の厚さと、青色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の厚とを異ならせればよい。あるいは又、赤色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の導電性に寄与する物質の含有量と、緑色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の導電性に寄与する物質の含有量と、青色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の導電性に寄与する物質の含有量とを異ならせればよい。

40

【0044】

50

また、場合によっては、第2電極を外部の回路に接続するための取出し電極を、有機EL表示装置の外周領域に設けてもよい。ここで、有機EL表示装置の外周領域とは、表示領域を額縁状に包囲する領域であり、表示領域とは、有機EL表示装置としての実用上の画像表示機能を果たす略中央に位置する領域である。取出し電極は、第1基板あるいは第2基板に設けられており、例えば、チタン(Ti)膜、モリブデン(Mo)膜、タングステン(W)膜、タンタル(Ta)膜等の所謂高融点金属膜から構成すればよい。第2電極と取出し電極との接続は、例えば、取出し電極上に第2電極の延在部を形成すればよい。取出し電極の形成方法として、第1電極や第2電極の形成方法にて説明したと同様の方法を挙げることができる。

【発明の効果】

【0045】

本発明の第1の態様に係る発光素子あるいは本発明の有機EL表示装置において、有機層は第1電極と半透過・反射膜とによって挟まれており、共振器構造を有する。そして、有機層の上方には抵抗層が形成され、抵抗層上に第2電極が形成されている。ここで、本発明の第1の態様に係る発光素子にあっては、有機層上における半透過・反射膜の平均膜厚は1nm乃至6nmである。このような極薄の半透過・反射膜は、通常、少なくとも部分的に不連続な状態となり得る。従って、第1電極上に異物(パーティクル)や突起部が存在し、あるいは又、段差が存在して、有機層のカバレッジが完全ではなかったとしても、第2電極から有機層に確実に電圧を印加でき、しかも、抵抗層が存在するが故に、第1電極と第2電極との間で短絡が生じることがないし、第1電極と半透過・反射膜とが接触した状態となることもない。また、本発明の有機EL表示装置にあっては、絶縁層の上の半透過・反射膜の部分は少なくとも部分的に不連続である。従って、やはり、第1電極上に異物や突起部が存在し、あるいは又、段差が存在して、有機層のカバレッジが完全ではなかったとしても、第2電極から有機層に確実に電圧を印加でき、しかも、抵抗層が存在するが故に、第1電極と第2電極との間で短絡が生じることがないし、第1電極と半透過・反射膜とが接触した状態となることもない。

【0046】

また、本発明の第2の態様～第6の態様に係る発光素子においても、有機層は第1電極と半透過・反射膜とによって挟まれており、共振器構造を有する。そして、有機層の上方には抵抗層が形成され、抵抗層上に第2電極が形成されている。ここで、やはり、第1電極上に異物や突起部が存在し、あるいは又、段差が存在して、有機層のカバレッジが完全ではなかったとしても、第2電極から有機層に確実に電圧を印加でき、しかも、抵抗層が存在するが故に、第1電極と第2電極との間で短絡が生じることがない。更には、本発明の第2の態様～第3の態様に係る発光素子にあっては、発光素子の有機層と第1電極と半透過・反射膜によって構成される光の干渉条件あるいは共振条件が規定され、本発明の第4の態様～第6の態様に係る発光素子にあっては、発光層で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長、及び、第1電極上における有機層の膜厚が規定されているので、輝度、色度の視野角依存性を非常に少なくすることができる。

【0047】

しかも、本発明の第1の態様～第6の態様に係る発光素子あるいは本発明の有機EL表示装置において、発光素子あるいは有機EL素子の特性に関しても、従来の有機EL素子において用いられているMg-Ag等で半透過・反射膜を構成し、半透過・反射膜とは別に第2電極を設けているので、従来の発光素子あるいは有機EL素子と変わらない信頼性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】図1は、実施例1の有機エレクトロルミネッセンス表示装置の模式的な一部断面図である。

【図2】図2の(A)及び(B)は、実施例1の有機エレクトロルミネッセンス表示装置における有機層等の模式図である。

10

20

30

40

50

【図 3】図 3 は、実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、第 1 電極上に異物が存在しているときの有機層等の成膜状態を模式的に示す一部断面図である。

【図 4】図 4 は、実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、有機層等の模式的な配置図である。

【図 5】図 5 の (A)、(B) 及び (C) は、実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法の概要を説明するための第 1 基板等の模式的な一部端面図である。

【図 6】図 6 の (A) 及び (B) は、図 5 の (C) に引き続き、実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法の概要を説明するための第 1 基板等の模式的な一部端面図である。

【図 7】図 7 の (A) 及び (B) は、図 6 の (B) に引き続き、実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法の概要を説明するための第 1 基板等の模式的な一部端面図である。

【図 8】図 8 は、画素の駆動のための全電流が変化したときの、全電流に対するリーク電流変化の割合のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 9】図 9 は、実施例 3 において、有機 EL 表示装置における各発光副画素の駆動電圧の比、生じた滅点の数を評価した結果を示す図である。

【図 10】図 10 は、実施例 4 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置の外周部近傍の模式的な一部断面図である。

【図 11】図 11 は、実施例 4 の有機エレクトロルミネッセンス表示装置の外周部近傍における取出し電極及び第 2 電極の配置を模式的に示す図である。

【図 12】図 12 の (A) 及び (B) は、それぞれ、半透過・反射膜の膜厚と平均光反射率の値の関係を示すグラフ、及び、屈折率の異なる 2 つの層が積層された状態における層の界面での平均光反射率と屈折率差の関係を示すグラフである。

【図 13】図 13 は、従来の有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、第 1 電極上に異物が存在しているときの有機層等の成膜状態を模式的に示す一部断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0049】

以下、図面を参照して、実施例に基づき本発明を説明するが、本発明は実施例に限定されるものではなく、実施例における種々の数値や材料は例示である。

【実施例 1】

【0050】

実施例 1 は、本発明の第 1 の態様～第 6 の態様に係る発光素子、及び、本発明の有機 EL 表示装置に関する。実施例 1 の有機 EL 表示装置の模式的な一部断面図を図 1 に示し、有機層等の模式図を図 2 の (A) 及び (B) に示す。実施例 1 の有機 EL 表示装置は、アクティブマトリックス型のカラー表示の有機 EL 表示装置であり、上面発光型である。即ち、第 2 電極を通して、更には、第 2 基板を通して光が出射される。

【0051】

実施例 1 の有機 EL 表示装置は、発光素子（具体的には、有機 EL 素子）10 を、複数（例えば、 $N \times M = 2880 \times 540$ ）、有する。尚、1 つの発光素子（有機 EL 素子）10 は、1 つの副画素を構成する。従って、有機 EL 表示装置は、 $(N \times M) / 3$ の画素を有する。ここで、1 画素は、赤色を発光する赤色発光副画素（本発明の第 4 の態様に係る発光素子によって構成される）、緑色を発光する緑色発光副画素（本発明の第 5 の態様に係る発光素子によって構成される）、及び、青色を発光する青色発光副画素（本発明の第 6 の態様に係る発光素子によって構成される）の 3 種類の副画素から構成されている。

【0052】

図 1 並びに図 2 の (A) 及び (B) に示すように、実施例 1 の発光素子（有機 EL 素子）は、本発明の第 1 の態様～第 6 の態様に係る発光素子に沿って表現すれば、

(A) 第 1 電極 21、

(B) 有機発光材料から成る発光層 23A を備えた有機層 23、

(C) 半透過・反射膜 40、

10

20

30

40

50

(D) 抵抗層 50、及び、

(E) 第 2 電極 22、

が、順次、積層されて成る。そして、第 1 電極 21 は、発光層 23A からの光を反射し、第 2 電極 22 は、半透過・反射膜 40 を透過した光を透過する。

【0053】

また、実施例 1 の有機 EL 表示装置は、

(a) 第 1 電極 21、

(b) 開口部 25 を有し、開口部 25 の底部に第 1 電極 21 が露出した絶縁層 24、

(c) 開口部 25 の底部に露出した第 1 電極 21 の部分の上から、開口部 25 を取り囲む絶縁層 24 の部分に互い設けられ、有機発光材料から成る発光層 23A を備えた有機層 23、

(d) 少なくとも有機層 23 上に形成された半透過・反射膜 40、

(e) 半透過・反射膜 40 を覆う抵抗層 50、及び、

(f) 抵抗層 50 上に形成された第 2 電極 22、

を具備した有機 EL 素子を、複数、有している。そして、第 1 電極 21 は、発光層 23A からの光を反射し、第 2 電極 22 は、半透過・反射膜 40 を透過した光を透過する。

【0054】

ここで、実施例 1 においては、第 1 電極 21 をアノード電極として用い、第 2 電極 22 をカソード電極として用いる。具体的には、第 1 電極 21 は、厚さ $0.2 \mu\text{m}$ の Al - Nd 合金といった光反射材料から成り、第 2 電極 22 は、厚さ $0.1 \mu\text{m}$ の ITO や IZO といった透明導電材料から成り、半透過・反射膜 40 は、マグネシウム (Mg) を含む導電材料、より具体的には、厚さ 5 nm の Mg - Ag 合金から成る。所望の形状にパターニングされた第 1 電極 21 は、真空蒸着法とエッチング法との組合せに基づき形成されている。一方、第 2 電極 22 及び半透過・反射膜 40 は、特に真空蒸着法のような成膜粒子のエネルギーが小さく、カバレッジの悪い成膜方法によって成膜されている。第 2 電極 22 及び半透過・反射膜 40 はパターニングされておらず、1 枚のシート状に形成されている。尚、有機層 23 と半透過・反射膜 40 との間には、厚さ 0.3 nm の LiF から成る電子注入層 (図示せず) が形成されている。第 1 電極 21 及び第 2 電極 22 の屈折率測定結果、第 1 電極 21 の光反射率測定結果、半透過・反射膜 40 の光透過率測定結果を、以下の表 2 に示す。尚、測定は、波長 530 nm において行った結果である。

【0055】

実施例 1 において、絶縁層 24 は、平坦性に優れ、しかも、有機層 23 の水分による劣化を防止して発光輝度を維持するために吸水率の低い絶縁材料、具体的には、ポリイミド樹脂から構成されている。有機層 23 は、例えば、正孔輸送層、及び、電子輸送層を兼ねた発光層の積層構造から構成されているが、図面では 1 層で表す場合がある。

【0056】

実施例 1 において、有機 EL 素子を構成する第 1 電極 21 は、CVD 法に基づき形成された SiO_2 から成る層間絶縁層 16 (より具体的には、上層層間絶縁層 16B) 上に設けられている。そして、この層間絶縁層 16 は、ソーダガラスから成る第 1 基板 11 上に形成された有機 EL 素子駆動部を覆っている。有機 EL 素子駆動部は、複数の TFT から構成されており、TFT と第 1 電極 21 とは、層間絶縁層 (より具体的には、上層層間絶縁層 16B) に設けられたコンタクトプラグ 18、配線 17、コンタクトプラグ 17A を介して電氣的に接続されている。尚、図面においては、1 つの有機 EL 素子駆動部につき、1 つの TFT を図示した。TFT は、第 1 基板 11 上に形成されたゲート電極 12、第 1 基板 11 及びゲート電極 12 上に形成されたゲート絶縁膜 13、ゲート絶縁膜 13 上に形成された半導体層に設けられたソース/ドレイン領域 14、並びに、ソース/ドレイン領域 14 の間であって、ゲート電極 12 の上方に位置する半導体層の部分が相当するチャネル形成領域 15 から構成されている。尚、図示した例にあっては、TFT をボトムゲート型としたが、トップゲート型であってもよい。TFT のゲート電極 12 は、走査回路 (図示せず) に接続されている。

【 0 0 5 7 】

実施例 1 において、第 2 電極 2 2 上には、有機層 2 3 への水分の到達防止を目的として、プラズマ C V D 法に基づき、アモルファス窒化シリコン ($\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$) から成る絶縁性の保護膜 3 1 が設けられている。保護膜 3 1 の上には、ソーダガラスから成る第 2 基板 3 3 が配されているが、保護膜 3 1 と第 2 基板 3 3 とは、アクリル系接着剤から成る接着層 3 2 によって接着されている。保護膜 3 1 及び接着層 3 2 の屈折率測定結果を、以下の表 2 に示す。尚、屈折率は、波長 5 3 0 n m における測定結果である。

【 0 0 5 8 】

以上、纏めると、実施例 1 の発光素子の詳しい構成は、以下の表 1 のとおりである。

【 0 0 5 9 】

10

[表 1]

第 2 基板 3 3	: ソーダガラス
接着層 3 2	: アクリル系接着剤
保護層 3 1	: SiN_x 層 (厚さ : 5 μm)
第 2 電極 (カソード電極) 2 2	: I T O 層 (厚さ : 0 . 1 μm)
抵抗層 5 0	: Nb_2O_5 層 (厚さ : 0 . 5 μm)
半透過・反射膜 4 0	: M g - A g 層 (厚さ : 5 n m)
電子注入層	: L i F 層 (厚さ : 0 . 3 n m)
有機層 2 3	: 後述
第 1 電極 (アノード電極) 2 1	: A l - N d 層 (厚さ : 0 . 2 μm)
層間絶縁層 1 6	: SiO_2 層
T F T	: 有機 E L 素子駆動部を構成
第 1 基板 1 1	: ソーダガラス

20

【 0 0 6 0 】

[表 2]

第 1 電極 2 1 の屈折率	
実数部 : 0 . 7 5 5	
虚数部 : 5 . 4 6 6	
半透過・反射膜 4 0 の屈折率	
実数部 : 0 . 6 1 7	
虚数部 : 3 . 9 0 4	
第 2 電極 2 2 の屈折率	
実数部 : 1 . 8 1 4	
虚数部 : 0	
抵抗層 5 0 の屈折率	
実数部 : 2 . 2 8 5	
虚数部 : 0	
保護膜 3 1 の屈折率	
実数部 : 1 . 8 7	
虚数部 : 0	
接着層 3 2 の屈折率	
実数部 : 1 . 5 3	
虚数部 : 0	

30

第 1 電極 2 1 の光反射率	: 8 5 %
半透過・反射膜 4 0 の光透過率	: 7 9 %
第 2 電極 2 2 の光反射率	: 2 %

【 0 0 6 1 】

そして、実施例 1 の発光素子において、本発明の第 1 の態様に係る発光素子に沿って表現すれば、有機層 2 3 上における半透過・反射膜 4 0 の平均膜厚は、1 n m 乃至 6 n m (

50

具体的には、実施例 1 にあっては 5 nm) である。

【0062】

また、実施例 1 の有機 EL 表示装置において、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40A は、少なくとも部分的に不連続である。

【0063】

尚、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜の部分 40A は少なくとも部分的に不連続であるが、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜の部分 40A は、有機層 23 の上の半透過・反射膜の部分 40B と部分的に繋がっている。場合によっては、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜の部分 40A は、有機層 23 の上の半透過・反射膜の部分 40B と繋がっていない。あるいは又、場合によっては、一部の有機 EL 素子にあっては、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40A は有機層 23 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40B と部分的に繋がっており、残りの有機 EL 素子にあっては、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40A は有機層 23 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40B と繋がっていない。尚、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40A の平均膜厚は、有機層 23 上における半透過・反射膜 40 の部分 40B の平均膜厚よりも薄い。従って、有機層 23 上における半透過・反射膜 40 の部分 40B の平均膜厚を 1 nm 乃至 6 nm とすることで、絶縁層 24 の上の半透過・反射膜 40 の部分 40A を、確実に不連続な状態とすることができる。

10

【0064】

そして、第 1 電極 21 と有機層 23 との界面によって構成された第 1 界面 26 と、半透過・反射膜 40 と有機層 23 との界面によって構成された第 2 界面 27 との間で、発光層 23A で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜 40 から出射させる。

20

【0065】

また、実施例 1 の発光素子において、本発明の第 2 の態様に係る発光素子に沿って表現すれば、あるいは又、本発明の第 1 の態様における好ましい形態、第 4 の態様～第 6 の態様に係る発光素子における好ましい形態、本発明の有機 EL 表示装置における好ましい形態に沿って表現すれば、図 2 の (A) 及び (B) に示すように、第 1 電極 21 と有機層 23 との界面によって構成された第 1 界面 26 から発光層 23A の最大発光位置までの距離を L_1 、光学距離を OL_1 、半透過・反射膜 40 と有機層 23 との界面によって構成された第 2 界面 27 から発光層 23A の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 としたとき、以下の式 (1-1) 及び式 (1-2) を満たす。

30

【0066】

$$0.7 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_1 / (2\pi) + m_1 \} \quad (1-1)$$

$$0.7 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \leq 2 \times OL_2 / \lambda \leq 1.2 \{ -\phi_2 / (2\pi) + m_2 \} \quad (1-2)$$

【0067】

ここで、

λ : 発光層 23A で発生した光のスペクトルの最大ピーク波長

ϕ_1 : 第 1 界面 26 で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_1 \leq 0$]

40

ϕ_2 : 第 2 界面 27 で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_2 \leq 0$]

であり、(m_1, m_2) の値は、実施例 1 にあっては、(0, 0) である。

【0068】

更には、実施例 1 の発光素子において、本発明の第 3 の態様に係る発光素子に沿って表現すれば、あるいは又、本発明の第 1 の態様における好ましい形態、第 4 の態様～第 6 の態様に係る発光素子における好ましい形態、本発明の有機 EL 表示装置における好ましい形態に沿って表現すれば、第 1 電極 21 と有機層 23 との界面によって構成された第 1 界面 26 と、半透過・反射膜 40 と有機層 23 との界面によって構成された第 2 界面 27 との間の光学距離を L 、発光層 23A で発生した光が第 1 界面 26 と第 2 界面 27 で反射す

50

る際に生じる位相シフトの和を ϕ ラジアン〔但し、 $-2\pi < \phi \leq 0$ 〕、発光層23Aで発生した光のスペクトルの最大ピーク波長を λ とした場合、

$$-0.3 \leq \{ (2L) / \lambda + \phi / (2\pi) \} \leq 0.3$$

を満足する。

【0069】

実施例1において、各有機層23は、具体的には、赤色発光副画素を構成する赤色発光有機EL素子（本発明の第4の態様に係る発光素子）における赤色発光有機層、緑色発光副画素を構成する緑色発光有機EL素子（本発明の第5の態様に係る発光素子）における緑色発光有機層、及び、青色発光副画素を構成する青色発光有機EL素子（本発明の第6の態様に係る発光素子）における青色発光有機層から構成されている。複数の有機EL素子の配列を、ストライプ配列、ダイアゴナル配列、デルタ配列、あるいは、レクタングル配列とすることができる。

【0070】

即ち、赤色発光有機EL素子としての本発明の第4の態様に係る発光素子は、第1電極21と有機層23との界面によって構成された第1界面26と、半透過・反射膜40と有機層23との界面によって構成された第2界面27との間で、発光層23Aで発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜40から出射させ、

発光層23Aで発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、600nm乃至650nm（実施例1にあつては、具体的には、620nm）であり、

第1電極21上における有機層23の膜厚は、 1.1×10^{-7} m乃至 1.6×10^{-7} m（実施例1にあつては、具体的には、150nm）である。

【0071】

具体的には、赤色発光有機層の構成は、以下の表3のとおりである。最大発光位置は、電子輸送層と発光層との界面である（図2の（A）参照）。尚、表3、あるいは、後述する表4及び表5にあつては、下欄に位置する層ほど、第1電極に近いところに位置している。

【0072】

[表3]

	材 料	膜厚
電子輸送層	出光興産:ET085	60nm
発光層	出光興産:RH001 + 東レ:D125(0.5%ドープ)	50nm
正孔輸送層	出光興産:HT320	20nm
正孔注入層	LGケミカル社:LGHIL	10nm

【0073】

また、緑色発光有機EL素子としての本発明の第5の態様に係る発光素子は、第1電極21と有機層23との界面によって構成された第1界面26と、半透過・反射膜40と有機層23との界面によって構成された第2界面27との間で、発光層23Aで発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜40から出射させ、

発光層23Aで発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、500nm乃至550nm（実施例1にあつては、具体的には、530nm）であり、

第1電極21上における有機層23の膜厚は、 9×10^{-8} m乃至 1.3×10^{-7} m（実施例1にあつては、具体的には、118nm）である。

【0074】

具体的には、緑色発光有機層の構成は、以下の表4のとおりである。尚、最大発光位置は、正孔輸送層と発光層との界面である（図2の（B）参照）。

【 0 0 7 5 】

[表 4]

	材 料	膜厚
電子輸送層	出光興産:ETS085	30nm
発光層	出光興産:BH232 + GD206(10%ドーブ)	30nm
正孔輸送層	出光興産:HT320	48nm
正孔注入層	LGケミカル社:LGHIL	10nm

10

【 0 0 7 6 】

また、青色発光有機EL素子としての本発明の第6の態様に係る発光素子は、第1電極21と有機層23との界面によって構成された第1界面26と、半透過・反射膜40と有機層23との界面によって構成された第2界面27との間で、発光層23Aで発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜40から出射させ、

発光層23Aで発生した光のスペクトルの最大ピーク波長は、430nm乃至480nm（実施例1にあっては、具体的には、460nm）であり、

第1電極21上における有機層23の膜厚は、 $6 \times 10^{-8} \text{m}$ 乃至 $1.1 \times 10^{-7} \text{m}$ （実施例1にあっては、具体的には、88nm）である。

20

【 0 0 7 7 】

具体的には、青色発光有機層の構成は、以下の表5のとおりである。尚、最大発光位置は、正孔輸送層と発光層との界面である（図2の（B）参照）。

【 0 0 7 8 】

[表 5]

	材 料	膜厚
電子輸送層	出光興産:ET085	20nm
発光層	出光興産:BH232 + BD218(10%ドーブ)	30nm
正孔輸送層	出光興産:HT320	28nm
正孔注入層	LGケミカル社:LGHIL	10nm

30

【 0 0 7 9 】

実施例1にあっては、厚さ5nmの半透過・反射膜40は、マグネシウム（Mg）-銀（Ag）合金から成り、マグネシウムと銀との体積比は、Mg：Ag＝10：1である。また、抵抗層50は、 $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$ （ $1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ ）の電気抵抗率を有する酸化ニオブ（Nb₂O₅）から成り、有機層23の上方における抵抗層50の厚さは、0.5μmである。

40

【 0 0 8 0 】

このような抵抗層50における電圧降下は、以下のとおりである。ここで、第2電極22及び抵抗層50の諸元を以下のとおりとする。

【 0 0 8 1 】

[第2電極22]

電気抵抗率（ ρ_1 ）： $3.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$

膜厚（ d_1 ）： $0.1 \mu \text{m}$

第2電極22を流れる電流密度（ J_1 ）： $10 \text{mA} / \text{cm}^2$

50

〔抵抗層 50〕

電気抵抗率 (ρ_2) : $1.0 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.0 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$

膜厚 (d_2) : $0.5 \mu\text{m}$

抵抗層 50 を流れる電流密度 (J_2) : $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$

【0082】

第 2 電極 22 のシート抵抗 = (ρ_1 / d_1) = $30 \Omega / \square$

抵抗層 50 のシート抵抗 = (ρ_2 / d_2) = $2 \times 10^8 \Omega / \square \sim 2 \times 10^{10} \Omega / \square$

【0083】

第 2 電極 22 における電圧降下 = $\rho_1 \times d_1 \times J_1 = 3.0 \times 10^{-11} \text{ V}$

抵抗層 50 における電圧降下 = $\rho_2 \times d_2 \times J_2 = 5 \text{ mV} \sim 500 \text{ mV}$

【0084】

以上のとおり、抵抗層 50 を Nb_2O_5 から構成する場合、抵抗層 50 における電圧降下は、最大でも 0.5 ボルト程度であると思積もることができ、有機 EL 素子あるいは有機 EL 表示装置の駆動においては、特段に問題となるような電圧降下の値ではない。

【0085】

赤色発光有機層、緑色発光有機層及び青色発光有機層における λ , L_1 , OL_1 , $2OL_1 / \lambda$, L_2 , OL_2 , $2OL_2 / \lambda$, n_{ave} , $\{-2\Phi_1 / (2\pi) + m_1\}$, $\{-2\Phi_2 / (2\pi) + m_2\}$ の値を、以下の表 6 に例示する。但し、 $m_1 = 0$, $m_2 = 0$ である。

【0086】

〔表 6〕

	単位	赤色発光有機層	緑色発光有機層	青色発光有機層
λ	nm	620	530	460
L_1	nm	80	58	38
OL_1	nm	144	110	75.2
$2OL_1 / \lambda$		0.465	0.416	0.327
L_2	nm	60	60	50
OL_2	nm	107	109	93.8
$2OL_2 / \lambda$		0.345	0.410	0.408
n_{ave}		1.793	1.854	1.920
$-\Phi_1 / (2\pi) + m_1$		0.399	0.380	0.357
$-\Phi_2 / (2\pi) + m_2$		0.369	0.361	0.352

【0087】

異物（パーティクル）が、第 1 電極 21 等の形成時や搬送時、屢々、第 1 電極 21 上に付着する。また、第 1 電極 21 の形成時、第 1 電極 21 からの突起部が、屢々、生成する。更には、有機層 23 の形成時、段差が発生する。このような異物や突起部によって、図 3 に模式的に図示するように、有機層 23 のカバレッジが完全ではなくなる。然るに、有機層 23 上において厚さ 1 nm 乃至 6 nm といった非常に薄い半透過・反射膜 40 を形成するが故に、第 1 電極 21 上に異物又は突起部が存在し、また、段差が存在する場合、異物又は突起部、段差の近傍では、半透過・反射膜 40 の成膜時、一種の「段切れ」が発生し、異物又は突起部、段差の近傍には半透過・反射膜 40 が形成されない。そして、この状態で、抵抗層 50 を形成するので、異物又は突起部の周辺に位置する半透過・反射膜 4

0の部分と異物の下又は突起部の根本に位置する第1電極21の部分との間には抵抗層50が存在する状態となる。

【0088】

また、上述したとおり、有機層23上の半透過・反射膜40の部分40Bの平均膜厚を1nm乃至6nmとするので、絶縁層24上の半透過・反射膜40の部分40Aは、不連続な状態となる。より具体的には、発光層23Aを備えた有機層23が、開口部25の底部に露出した第1電極21の部分の上から、開口部25を取り囲む絶縁層24の部分に互って設けられており、半透過・反射膜40も、有機層23上から、更には、開口部25を取り囲む絶縁層24の部分に互って設けられている。ここで、開口部25を取り囲む絶縁層24の部分は、開口部25に向かって下る傾斜が付いている。従って、開口部25を取り囲む絶縁層24の部分の上の半透過・反射膜40の部分40Aの膜厚は、有機層23上の半透過・反射膜40の部分40Bの膜厚よりも薄くなる。それ故、開口部25を取り囲む絶縁層24の部分の上の半透過・反射膜40の部分40Aは、不連続な状態（切れ切れの状態）となる。この状態を、模式的に図4に示すが、半透過・反射膜40の不連続部分を黒く塗りつぶした。また、コンタクトプラグ18及び第1電極21を点線で示し、開口部25の縁部を一点鎖線で示した。図4においては、規則的に不連続な部分が設けられているように図示しているが、実際には、不連続な部分は不規則に設けられている。

10

【0089】

発光素子の駆動のために第1電極21及び第2電極22に電圧を印加したとき、第1電極21と第2電極22の間には抵抗層50が存在するので、たとえ、異物や突起部があったとしても、第1電極21と第2電極22の間で短絡が生じることがないし、第1電極21と半透過・反射膜40とが接触することもなく、欠陥画素や欠線が生じることを実に防止することができる。尚、第1電極21と半透過・反射膜40とが接触すると、第1電極21と半透過・反射膜40とが同電位となり、有機層23において発光が生じなくなる。

20

【0090】

以下、実施例1の有機EL表示装置の製造方法の概要を、図5の(A)～(C)、図6の(A)～(B)、及び、図7の(A)～(B)を参照して説明する。

【0091】

[工程-100]

先ず、第1基板11上に、副画素毎にTFTを、周知の方法で作製する。TFTは、第1基板11上に形成されたゲート電極12、第1基板11及びゲート電極12上に形成されたゲート絶縁膜13、ゲート絶縁膜13上に形成された半導体層に設けられたソース/ドレイン領域14、並びに、ソース/ドレイン領域14の間であって、ゲート電極12の上方に位置する半導体層の部分が相当するチャネル形成領域15から構成されている。尚、図示した例にあっては、TFTをボトムゲート型としたが、トップゲート型であってもよい。TFTのゲート電極12は、走査回路（図示せず）に接続されている。次に、第1基板11上に、TFTを覆うように、SiO₂から成る下層層間絶縁層16AをCVD法にて成膜した後、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術に基づき、下層層間絶縁層16Aに開口16'を形成する（図5の(A)参照）。

30

40

【0092】

[工程-110]

次いで、下層層間絶縁層16A上に、真空蒸着法とエッチング法との組合せに基づき、アルミニウムから成る配線17を形成する。尚、配線17は、開口16'内に設けられたコンタクトプラグ17Aを介して、TFTのソース/ドレイン領域14に電氣的に接続されている。配線17は、信号供給回路（図示せず）に接続されている。そして、全面にSiO₂から成る上層層間絶縁層16BをCVD法にて成膜する。次いで、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術に基づき、上層層間絶縁層16B上に開口18'を形成する（図5の(B)参照）。

【0093】

50

[工程 - 1 2 0]

その後、上層層間絶縁層 1 6 B 上に、真空蒸着法とエッチング法との組合せに基づき、A 1 - N d 合金から成る第 1 電極 2 1 を形成する (図 5 の (C) 参照) 。尚、第 1 電極 2 1 は、開口 1 8 ' 内に設けられたコンタクトプラグ 1 8 を介して、配線 1 7 に電氣的に接続されている。

【 0 0 9 4 】

[工程 - 1 3 0]

次いで、開口部 2 5 を有し、開口部 2 5 の底部に第 1 電極 2 1 が露出した絶縁層 2 4 を、第 1 電極 2 1 を含む層間絶縁層 1 6 上に形成する (図 6 の (A) 参照) 。具体的には、スピンコーティング法及びエッチング法に基づき、厚さ $1 \mu\text{m}$ のポリイミド樹脂から成る絶縁層 2 4 を、層間絶縁層 1 6 の上、及び、第 1 電極 2 1 の周辺部の上に形成する。尚、開口部 2 5 を囲む絶縁層 2 4 の部分は、なだらかな斜面を構成していることが好ましい。

10

【 0 0 9 5 】

[工程 - 1 4 0]

次に、開口部 2 5 の底部に露出した第 1 電極 2 1 の部分の上から、開口部 2 5 を取り囲む絶縁層 2 4 の部分に互り、有機層 2 3 を形成する (図 6 の (B) 参照) 。尚、有機層 2 3 は、例えば、有機材料から成る正孔輸送層、電子輸送層を兼ねた発光層が順次積層されている。具体的には、絶縁層 2 4 を一種のスペーサとし、絶縁層 2 4 の上に各副画素を構成する有機層 2 3 を形成するためのメタルマスク (図示せず) を絶縁層 2 4 の突起部の上に載置した状態で、抵抗加熱に基づき、有機材料を真空蒸着する。有機材料は、メタルマスクに設けられた開口を通過し、副画素を構成する開口部 2 5 の底部に露出した第 1 電極 2 1 の部分の上から、開口部 2 5 を取り囲む絶縁層 2 4 の部分の上に互り堆積する。

20

【 0 0 9 6 】

[工程 - 1 5 0]

その後、表示領域の全面に、有機層 2 3 上における平均膜厚が 5 nm の半透過・反射膜 4 0 を形成する (図 7 の (A) 参照) 。半透過・反射膜 4 0 は、 $N \times M$ 個の有機 E L 素子を構成する有機層 2 3 の全面を覆っている。但し、絶縁層 2 4 の上の半透過・反射膜 4 0 の部分 4 0 A は、前述したとおり、少なくとも部分的に不連続となる。半透過・反射膜 4 0 は、有機層 2 3 に対して影響を及ぼすことのない程度に成膜粒子のエネルギーが小さく、しかも、カバレッジの悪い成膜方法である真空蒸着法に基づき形成されている。また、有機層 2 3 を大気に暴露することなく、有機層 2 3 の形成と同一の真空蒸着装置内において連続して半透過・反射膜 4 0 の形成を行うことで、大気中の水分や酸素による有機層 2 3 の劣化を防止することができる。具体的には、 $\text{Mg} - \text{Ag}$ (体積比 $10 : 1$) の共蒸着膜を成膜することで、半透過・反射膜 4 0 を得ることができる。尚、半透過・反射膜 4 0 の成膜にあつては、不連続状態を得るためにはカバレッジが悪い方がよい。従って、成膜時の圧力を低くすることが好ましく、具体的には、例えば、 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以下が望ましい。

30

【 0 0 9 7 】

[工程 - 1 6 0]

次いで、 $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$ ($1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$) の電気抵抗率を有する酸化ニオブ (Nb_2O_5) から成り、有機層 2 3 の上方における厚さが $0.5 \mu\text{m}$ である抵抗層 5 0 を、スパッタリング法にて形成する。抵抗層 5 0 は第 2 電極 2 2 と接することになるが、抵抗値を高くして、抵抗層 5 0 を流れる電流を 1 副画素全体に流れる電流の $1/10$ 以下に抑えることができれば、たとえ、図 3 に示した状態が発生したとしても、表示画像において減点、半減点等の欠点、欠陥として認識されない。抵抗層 5 0 を Nb_2O_5 から構成する場合、抵抗層 5 0 に要求される特性を計算してみると、前述したとおりとなり、 $1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ 乃至 $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$ の電気抵抗率が好ましい。また、抵抗層 5 0 の成膜時の回りこみによるカバレッジを考慮すると、成膜時の圧力は高い方が好ましく、 0.1 Pa 乃至 10 Pa とすることが望ましい。また、抵抗層 5 0 を酸化物半導体から構成する場合、成膜時の酸素濃度 (酸素分圧) によって抵抗層 5 0 の電気抵抗率が変化する可能性があるが、抵

40

50

抗層 50 を Nb_2O_5 から構成する場合、成膜時の酸素濃度が変化しても（具体的には、例えば、酸素分圧が $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ から $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ まで変化しても）、 $1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{m} \sim 1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$ ($1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm} \sim 1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$) までしか変化せず、安定した電気抵抗率を得ることができる。

【0098】

[工程 - 170]

その後、表示領域の全面に第 2 電極 22 を形成する（図 7 の（B）参照）。第 2 電極 22 は、 $N \times M$ 個の有機 EL 素子を構成する有機層 23 の全面を覆っている。但し、第 2 電極 22 は、抵抗層 50、有機層 23 及び絶縁層 24 によって第 1 電極 21 とは絶縁されている。第 2 電極 22 も、有機層 23 に対して影響を及ぼすことのない程度に成膜粒子のエネルギーが小さい成膜方法であるマグネトロン・スパッタリング法に基づき形成されている。また、有機層 23 を大気に暴露することなく、有機層 23 の形成と同一の真空蒸着装置内において連続して第 2 電極 22 の形成を行うことで、大気中の水分や酸素による有機層 23 の劣化を防止することができる。具体的には、厚さ $0.1 \mu\text{m}$ の ITO 層を全面に成膜することで、第 2 電極 22 を得ることができる。

10

【0099】

[工程 - 180]

次いで、第 2 電極 22 上に、アモルファス窒化シリコン ($\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$) から成る絶縁性の保護膜 31 をプラズマ CVD 法に基づき形成する。保護膜 31 の形成は、第 2 電極 22 を大気に暴露することなく、連続して行うことで、大気中の水分や酸素による有機層 23 の劣化を防止することができる。その後、保護膜 31 と第 2 基板 33 とを、アクリル系接着剤から成る接着層 32 によって接着する。最後に、外部回路との接続を行うことで、有機 EL 表示装置を完成させることができる。

20

【0100】

評価のために、46 万画素を有する有機 EL 表示装置を 6 台、試作し、6 台の欠点（減点）の数の総計を求めた。その結果は、表 7 のとおりであった。

【0101】

比較のために、半透過・反射膜及び抵抗層を形成せず、有機層 23 の上に、直接、厚さ 10 nm の $\text{Mg} - \text{Ag}$ から成る第 2 電極を形成した有機 EL 表示装置（半透過・反射膜及び抵抗層を形成しない点、並びに、第 2 電極の構成が異なる点を除き、その他の構成、構造は実施例 1 の有機 EL 表示装置と同じ）を 6 台、試作し、6 台の欠点（減点）の数の総計を比較例 1A として求めた。その結果は、表 7 のとおりであった。更には、抵抗層を形成せず、有機層 23 の上に、半透過・反射膜、及び、厚さ 10 nm の $\text{Mg} - \text{Ag}$ から成る第 2 電極を形成した有機 EL 表示装置（抵抗層を形成しない点を除き、その他の構成、構造は実施例 1 の有機 EL 表示装置と同じ）を 6 台、試作し、6 台の欠点（減点）の数の総計を比較例 1B として求めた。その結果は、表 7 のとおりであった。表 7 から、従来の有機 EL 表示装置と比較して、実施例 1 の有機 EL 表示装置においては、欠点数を激減させることができた。更には、試験のために、[工程 - 150] の後、[工程 - 160] 及び [工程 - 170] を省略し、[工程 - 180] を実行することで、有機 EL 表示装置試作品を作製した。そして、厚さ 5 nm の半透過・反射膜を第 2 電極として用いて、有機 EL 表示装置試作品の発光状態を評価したが、良好なる発光状態を得ることができなかった。即ち、厚さ 5 nm の半透過・反射膜は連続した膜ではなく、少なくとも一部に不連続な状態が存在することが確認された。

30

40

【0102】

[表 7]

実施例 1	4 個
比較例 1A	36 個
比較例 1B	267 個

【0103】

尚、半透過・反射膜を、マグネシウム (Mg) - 銀 (Ag) 合金から構成する代わりに

50

、マグネシウム (Mg) - カルシウム (Ca) から構成することもできる。具体的には、マグネシウムとカルシウムとの体積比は、 $Mg : Ca = 9 : 1$ であり、半透過・反射膜の膜厚は 2 nm である。このような半透過・反射膜は、真空蒸着法によって成膜することができる。

【実施例 2】

【0104】

実施例 2 は、実施例 1 の変形であり、抵抗層が、有機層側から、第 1 抵抗層及び第 2 抵抗層の積層構造を有し、第 2 抵抗層の電気抵抗率は、第 1 抵抗層の電気抵抗率よりも高い。実施例 2 にあっては、第 1 抵抗層及び第 2 抵抗層を構成する材料は、どちらも Nb_2O_5 であるが、 Nb_2O_5 をスパッタリング法にて成膜するときの酸素分圧を変えることで、第 1 抵抗層及び第 2 抵抗層の電気抵抗率 R_1 、 R_2 を以下のとおりとした。

【0105】

第 1 抵抗層の電気抵抗率 R_1 : $1 \times 10^6 \Omega \cdot m$ ($1 \times 10^4 \Omega \cdot cm$)

第 2 抵抗層の電気抵抗率 R_2 : $1 \times 10^8 \Omega \cdot m$ ($1 \times 10^6 \Omega \cdot cm$)

【0106】

抵抗層での電圧降下を測定すると、1 層の抵抗層 (電気抵抗率 : $1 \times 10^8 \Omega \cdot m$ ($1 \times 10^6 \Omega \cdot cm$)) から構成したときの電圧降下の測定結果と比較して、実施例 2 にあっては、電圧降下の値が小さくなり、駆動電圧の低電圧化を図ることができた。尚、欠点 (滅点) の数の総計は、実施例 1 と変わらなかった。

【0107】

抵抗層の構成が異なる点を除き、実施例 2 の有機 EL 表示装置、発光素子、有機 EL 素子の構成、構造は、実施例 1 の有機 EL 表示装置、発光素子、有機 EL 素子の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

【実施例 3】

【0108】

実施例 3 も実施例 1 の変形である。実施例 1 にあっては、赤色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の電気抵抗値 (抵抗層単位面積当たりの電気抵抗値。以下においても同じ) R_R 、緑色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の電気抵抗値 R_G 、及び、青色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の電気抵抗値 R_B の値を同じとした。即ち、全面を抵抗層で一様に覆った。ところで、一般に、発光波長の短い青色発光副画素における光学距離 L_B は、発光波長がより長い緑色発光副画素、赤色発光副画素における光学距離 L_G 、 L_R よりも短い。それ故、青色発光副画素における有機層の厚さを緑色発光副画素、赤色発光副画素における有機層の厚さよりも薄くする必要がある。それ故、青色発光副画素における第 1 電極と第 2 電極との間での短絡が最も生じ易いので、青色発光副画素における抵抗層の厚さを最も厚くする必要がある。一方、各発光副画素を構成する材料、有機層の膜厚に依存して、一般に、青色発光副画素、緑色発光副画素及び赤色発光副画素の駆動電圧は、青色発光副画素、赤色発光副画素、緑色発光副画素の順に高くなる傾向にあるが、青色発光副画素、緑色発光副画素及び赤色発光副画素の駆動電圧を、出来るだけ揃えることが好ましい。また、青色発光副画素、緑色発光副画素及び赤色発光副画素の駆動電圧にばらつきがある場合、駆動電圧のばらつきを出来るだけ少なくすることが好ましい。更には、画素の面積が異なる場合、例えば、赤色発光副画素の面積 > 緑色発光副画素の面積 > 青色発光副画素の面積の場合、画素の面積が大きいほど、滅点の数が増加し易い。

【0109】

図 8 に、画素の駆動のための全電流が変化したときの、全電流に対するリーク電流変化の割合のシミュレーション結果を示す。全電流が少なくなると、異物によるリーク電流の割合が増えることになる。更に、抵抗層の抵抗が高くなると、リーク電流が抑えられる結果となっている。尚、図 8 において、曲線「A」は、抵抗層の抵抗が $1 \times 10^4 \Omega$ のときのデータであり、曲線「B」は、抵抗層の抵抗が $1 \times 10^5 \Omega$ のときのデータであり、曲線「C」は、抵抗層の抵抗が $1 \times 10^6 \Omega$ のときのデータである。

【0110】

10

20

30

40

50

50

る材料と、青色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分を構成する材料とを異ならせればよいし（例えば、実施例 2 において、第 1 抵抗層及び第 2 抵抗層を形成した後、赤色発光副画素及び緑色発光副画素の上方に位置する第 2 抵抗層の部分をエッチング法にて除去する）、あるいは又、赤色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の導電性に寄与する物質の含有量と、緑色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の導電性に寄与する物質の含有量と、青色発光副画素の上方に位置する抵抗層の部分の導電性に寄与する物質の含有量とを異ならせればよい。

【実施例 4】

【0114】

実施例 4 も実施例 1 の変形である。実施例 4 にあっては、第 2 電極 22 を外部の回路（図示せず）に接続するための取出し電極 60 を、有機 EL 表示装置の外周領域に設ける。実施例 4 において、取出し電極 60 は、第 1 基板 11 の外周部に設けられており、チタン（Ti）膜から成る。第 2 電極 22 の延在部 22A が取出し電極 60 の上にまで延びている。実施例 4 の有機 EL 表示装置の外周部近傍の模式的な一部断面図を図 10 に示し、外周部近傍における取出し電極 60 及び第 2 電極 22 の配置を模式的に図 11 に示す。尚、図 11 において、取出し電極 60 の外周を実線で示し、内周を点線で示し、取出し電極 60 を明確化するため、取出し電極 60 に右上から左下に延びる斜線を付した。一方、延在部 22A を含む第 2 電極 22 を明確化するため、第 2 電極 22 に左上から右下に延びる斜線を付した。取出し電極 60 は、例えば、実施例 1 の [工程 - 100] から [工程 - 130] のいずれかの工程中、あるいは、これらの工程と工程の間で、例えば、スパッタリング法とエッチング法の組合せ、メタルマスクを用いた PVD 法、リフトオフ法等に基づき、表示領域を額縁状に包囲するように取出し電極 60 を設ければよい。尚、取出し電極 60 が第 1 基板 11 に設けられた各種配線等と重複する部分が生じる場合には、取出し電極 60 と各種配線等との間に絶縁膜を形成すればよい。

【0115】

以上、好ましい実施例に基づき本発明を説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。実施例における有機 EL 表示装置や有機 EL 素子の構成、構造、有機 EL 表示装置や有機 EL 素子を構成する材料等は例示であり、適宜変更することができる。実施例においては、第 2 電極の上方に第 2 基板を配置したが、代替的に、積層順序を逆にして、以下の表 8 に示すように、第 2 電極の下方に第 1 基板を配置してもよい。

【0116】

[表 8]

第 2 基板 33	: ソーダガラス
接着層 32	: アクリル系接着剤
保護層 31	: SiN _x 層 (厚さ: 5 μm)
第 1 電極 (アノード電極) 21	: Al - Nd 層 (厚さ: 0.2 μm)
有機層 23	: 前述したとおり
電子注入層	: LiF 層 (厚さ: 0.3 nm)
半透過・反射膜 40	: Mg - Ag 層 (厚さ: 5 nm)
抵抗層 50	: Nb ₂ O ₅ 層 (厚さ: 0.5 μm)
第 2 電極 (カソード電極) 22	: ITO 層 (厚さ: 0.1 μm)
層間絶縁層 16	: SiO ₂ 層
TFT	: 有機 EL 素子駆動部を構成
第 1 基板 11	: ソーダガラス

【0117】

実施例においては、有機層を発光副画素毎に形成したが、場合によっては、赤色発光副画素及び緑色発光副画素のそれぞれについては、その上に青色発光副画素を構成する有機層が延在している構造とすることもできる。即ち、表示領域全面に青色発光副画素を構成する有機層を形成する形態とすることもできる。この場合、赤色発光副画素に関しては、赤色を発光する有機層と青色を発光する有機層の積層構造となるが、第 1 電極と第 2 電極

との間で電流を流すと赤色を発光する。同様に、緑色発光副画素に関しては、緑色を発光する有機層と青色を発光する有機層の積層構造となるが、第 1 電極と第 2 電極との間で電流を流すと緑色を発光する。

【0118】

図 12 の (A) に、半透過・反射膜 40 の膜厚と波長 530 nm における平均光反射率の値の関係を例示する。図示するように、半透過・反射膜 40 の膜厚が薄くなると、平均光反射率は 0 に近づいていく。従って、半透過・反射膜 40 の膜厚が薄くなると、半透過・反射膜 40 は、殆どの光を透過するようになる。また、波長 530 nm の光が、或る層 A から層 A に接した層に入射したとき、層 A と層 B との界面で反射されるとき平均光反射率と、層 A を構成する材料の屈折率と層 B を構成する材料の屈折率との差 Δn の関係を

10

【0119】

従って、半透過・反射膜 40 の膜厚が薄くなり、半透過・反射膜 40 が殆どの光を透過するようになると、半透過・反射膜 40 と抵抗層 50 との界面である第 3 界面において、反射が生じる。あるいは又、抵抗層 50 が少なくとも 2 層の抵抗層の積層構造を有する場合、半透過・反射膜 40 と積層構造を有する抵抗層の構成材料等とに依存して、第 1 抵抗層と第 2 抵抗層との界面である第 4 界面において、主に、反射が生じる。その結果、第 1 電極 21 と有機層 23 との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜 40 と抵抗層 50 との界面によって構成された第 3 界面との間で、発光層で発光した光を共振させ、あるいは又、第 1 電極 21 と有機層 23 との界面によって構成された第 1 界面と、第 1 抵抗層と第 2 抵抗層との界面によって構成された第 4 界面との間で、発光層で発光した光を共振させることができ、あるいは又、第 1 界面と第 3 界面との間で、発光層で発光した光を共振させ、且つ、第 1 界面と第 4 界面との間で、発光層で発光した光を共振させることができる。

20

【0120】

従って、このような場合、本発明の第 2 の態様に係る発光素子にあっては、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 とする代わりに、第 3 界面若しくは第 4 界面から発光層の最大発光位置までの距離を L_2 、光学距離を OL_2 とすればよく、このような態様も、本発明の第 2 の態様に係る発光素子に包含される。また、 ϕ_2 を、第 3 界面若しくは第 4 界面で生じる反射光の位相シフト量 (単位: ラジアン) [但し、 $-2\pi < \phi_2 \leq 0$] とする。一方、本発明の第 3 の態様に係る発光素子にあっては、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第 1 界面と第 2 界面で反射する際に生じる位相シフトの和を ϕ ラジアン [但し、 $-2\pi < \phi \leq 0$] とする代わりに、第 3 界面若しくは第 4 界面との間の光学距離を L 、発光層で発生した光が第 1 界面と第 3 界面若しくは第 4 界面で反射する際に生じる位相シフトの和を ϕ ラジアン [但し、 $-2\pi < \phi \leq 0$] とすればよく、このような態様も、本発明の第 3 の態様に係る発光素子に包含される。また、本発明の第 4 の態様、第 5 の態様、第 6 の態様に係る発光素子にあっては、第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射させる代わりに、第 1 電極と有機層との界面によって構成された第 1 界面と、第 3 界面若しくは第 4 界面との間で、発光層で発光した光を共振させて、その一部を半透過・反射膜から出射せればよく、このような態様も、本発明の第 4 の態様、第 5 の態様、第 6 の態様に係る発光素子に包含される。以上に説明したように、半透過・反射膜 40 と抵抗層 50 との界面である第 3 界面において主に反射が生じ、あるいは又、第 1 抵抗層と第 2 抵抗層との界面である第 4 界面において主に反射が生じる場合には、「半透過・反射膜と有機層との界面によって構成された第 2 界面」を、『半透過・反射膜と抵抗層との界面である第 3 界面』若しくは『第 1 抵抗層と第 2 抵抗層との界面である第 4 界面』と読み替えればよい。

30

40

50

【 0 1 2 1 】

具体的には、抵抗層を第 1 抵抗層と第 2 抵抗層との組合せとした以下の表 9 に示す構造を有する発光素子を作製したところ、半透過・反射膜と抵抗層との界面である第 3 界面、及び、第 1 抵抗層と第 2 抵抗層との界面である第 4 界面において反射が生じ、抵抗層を第 2 抵抗層のみとした発光素子と比較して、発光効率が 1.3 倍となった。尚、第 1 抵抗層を構成する材料の屈折率 n_1 、第 2 抵抗層を構成する材料の屈折率 n_2 、有機層の最上層を構成する材料の屈折率 n_0 の関係は、

$$\begin{aligned} -0.6 \quad n_0 - n_1 &= 0.4 \\ 0.4 \quad n_1 - n_2 &= 0.9 \end{aligned}$$

といった効率を重視する関係にある。

10

【 0 1 2 2 】

[表 9]

第 2 基板	: ソーダガラス
接着層	アクリル系接着剤
保護層	: SiN_x 層 (厚さ: $5 \mu\text{m}$)
第 2 電極	: ITO 層 (厚さ: $0.1 \mu\text{m}$)
第 2 抵抗層	: 厚さ $0.5 \mu\text{m}$ (屈折率 n_2 : 1.7)
第 1 抵抗層	: 厚さ $0.06 \mu\text{m}$ (屈折率 n_1 : 2.4)
半透過・反射膜	: Mg-Ag 層 (厚さ: 2nm)
有機層 (全体)	: 厚さ 130nm (屈折率 n_g : 1.8)
第 1 電極	: Al-Nd 層 (厚さ: $0.2 \mu\text{m}$)
層間絶縁層	: SiO_2 層
TFT	: 有機 EL 素子駆動部を構成
第 1 基板	: ソーダガラス

20

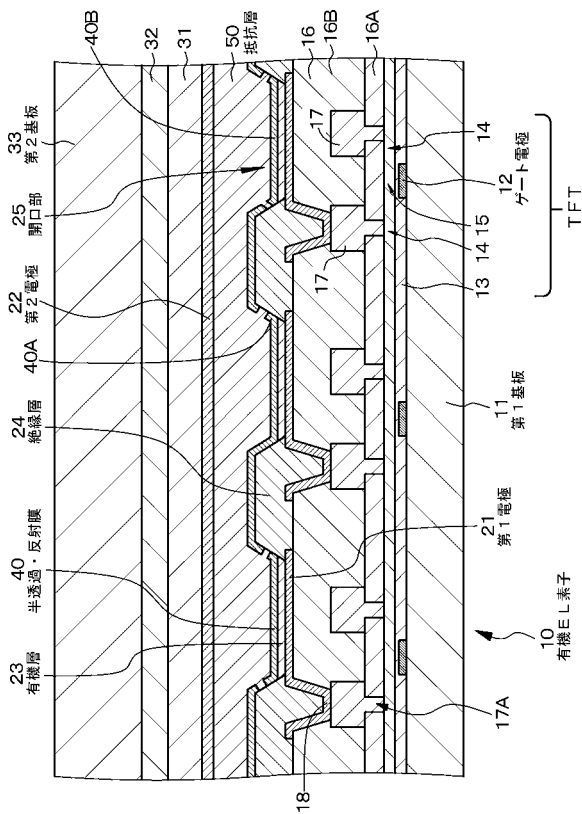
【 符号の説明 】

【 0 1 2 3 】

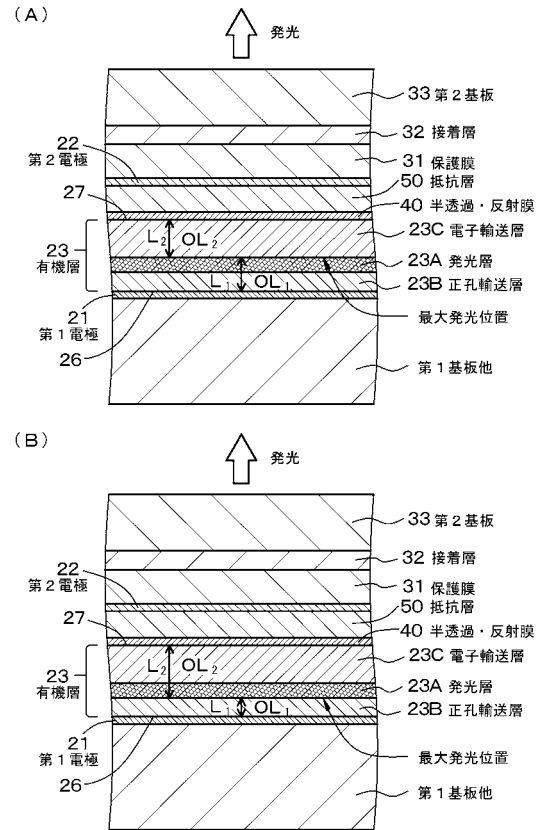
1 0 . . . 発光素子 (有機エレクトロルミネッセンス素子)、1 1 . . . 第 1 基板、1 2 . . . ゲート電極、1 3 . . . ゲート絶縁膜、1 4 . . . ソース / ドレイン領域、1 5 . . . チャネル形成領域、1 6 . . . 層間絶縁層、1 6 A . . . 下層層間絶縁層、1 6 ' , 1 8 ' . . . 開口、1 6 B . . . 上層層間絶縁層、1 7 . . . 配線、1 7 A , 1 8 . . . コンタクトプラグ、2 1 . . . 第 1 電極、2 2 . . . 第 2 電極、2 2 A . . . 第 2 電極の延在部、2 3 . . . 有機層、2 3 A . . . 発光層、2 4 . . . 絶縁層、2 5 . . . 開口部、2 6 . . . 第 1 界面、2 7 . . . 第 2 界面、3 1 . . . 保護膜、3 2 . . . 接着層、3 3 . . . 第 2 基板、4 0 . . . 半透過・反射膜、4 0 A . . . 絶縁層の上の半透過・反射膜の部分、4 0 B . . . 有機層の上の半透過・反射膜の部分、4 0 C . . . 金属反射層 (多層薄膜)、5 0 . . . 抵抗層、6 0 . . . 取出し電極

30

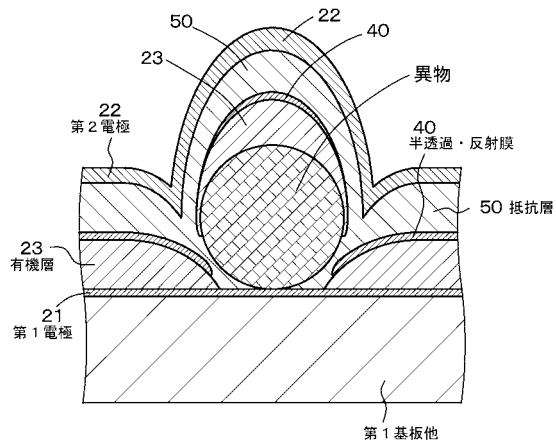
【図 1】



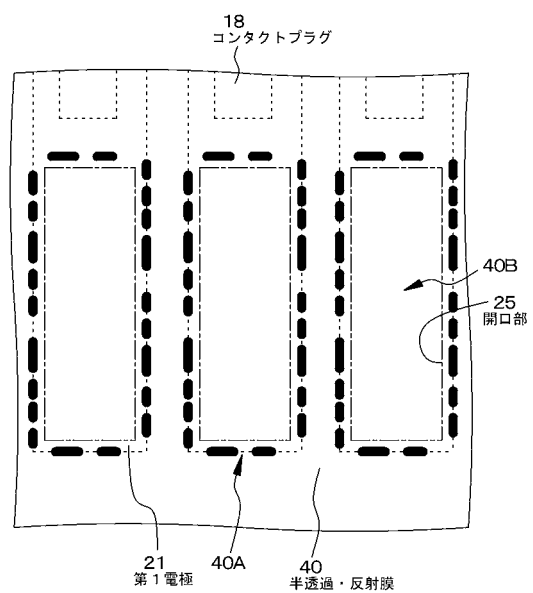
【图 2】



【図 3】



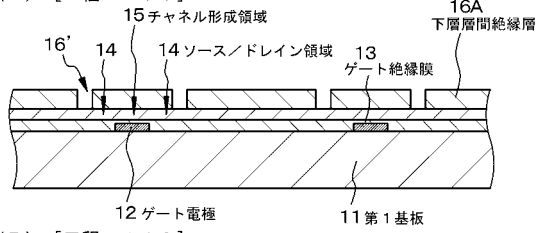
【图 4】



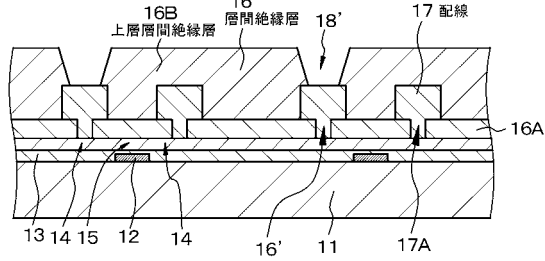
【図 5】

【図 5】

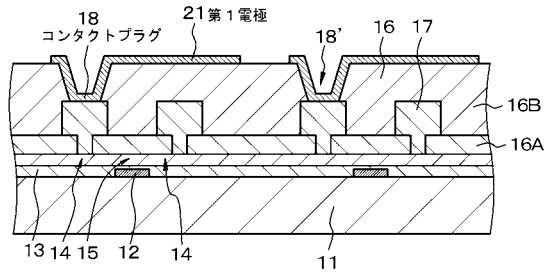
(A) [工程-100]



(B) [工程-110]



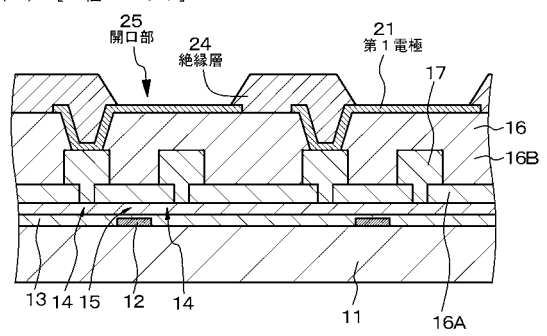
(C) [工程-120]



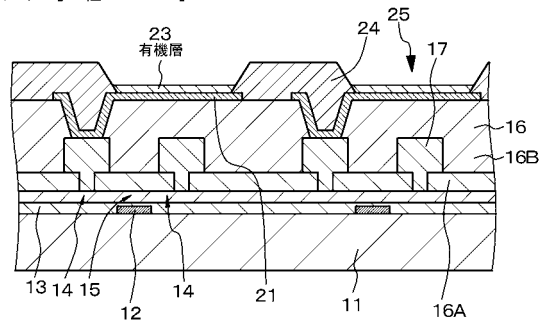
【図 6】

【図 6】

(A) [工程-130]



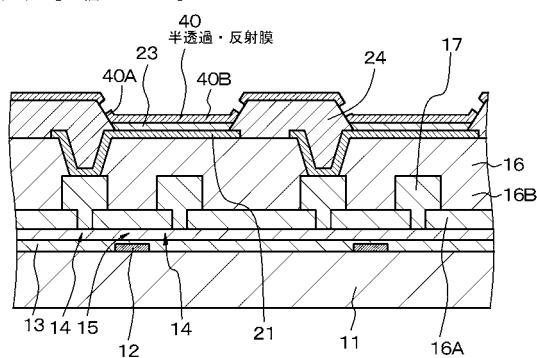
(B) [工程-140]



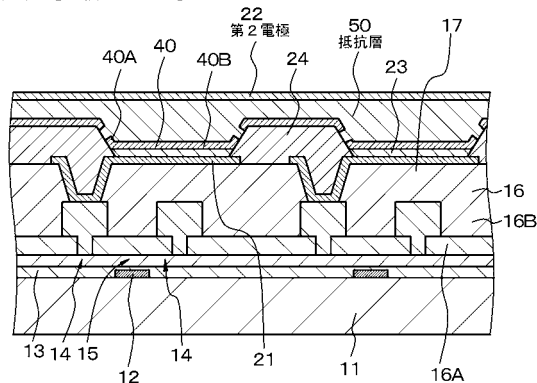
【図 7】

【図 7】

(A) [工程-150]

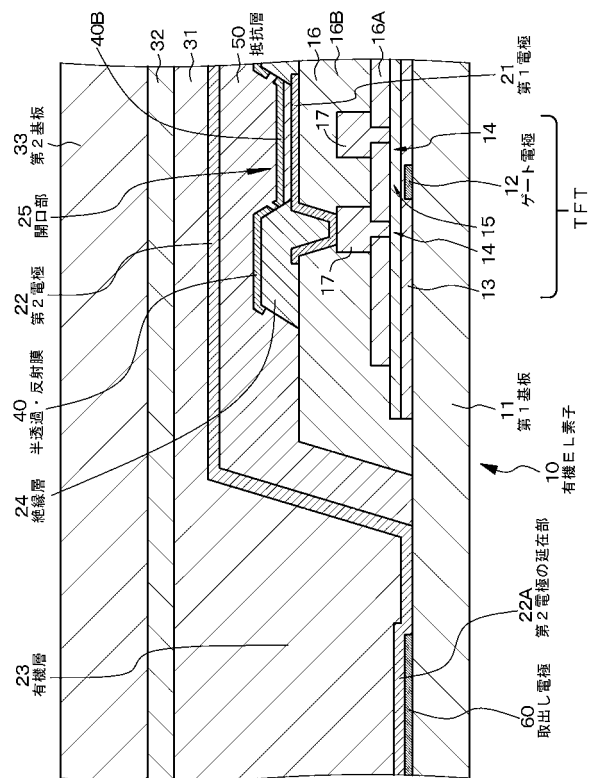


(B) [工程-170]



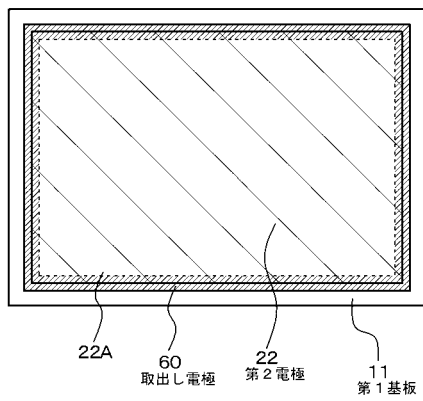
【図 10】

【図 10】



【図 1 1】

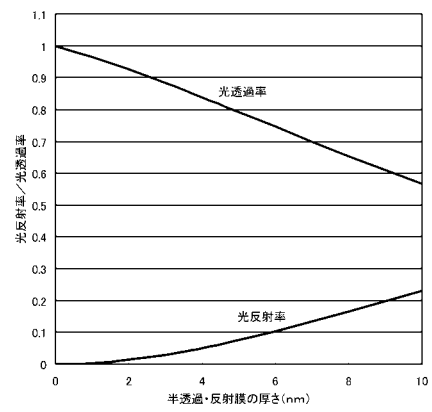
【図 1 1】



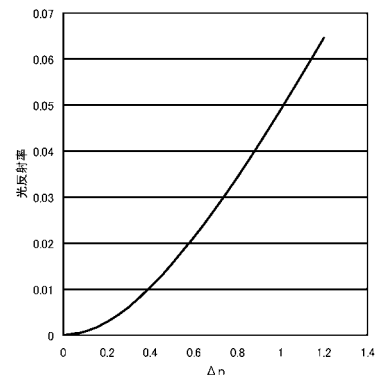
【図 1 2】

【図12】

(A)

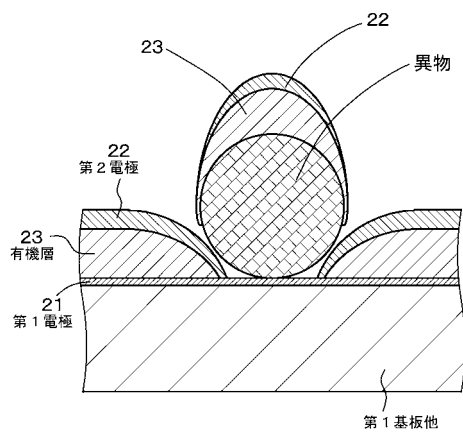


(B)



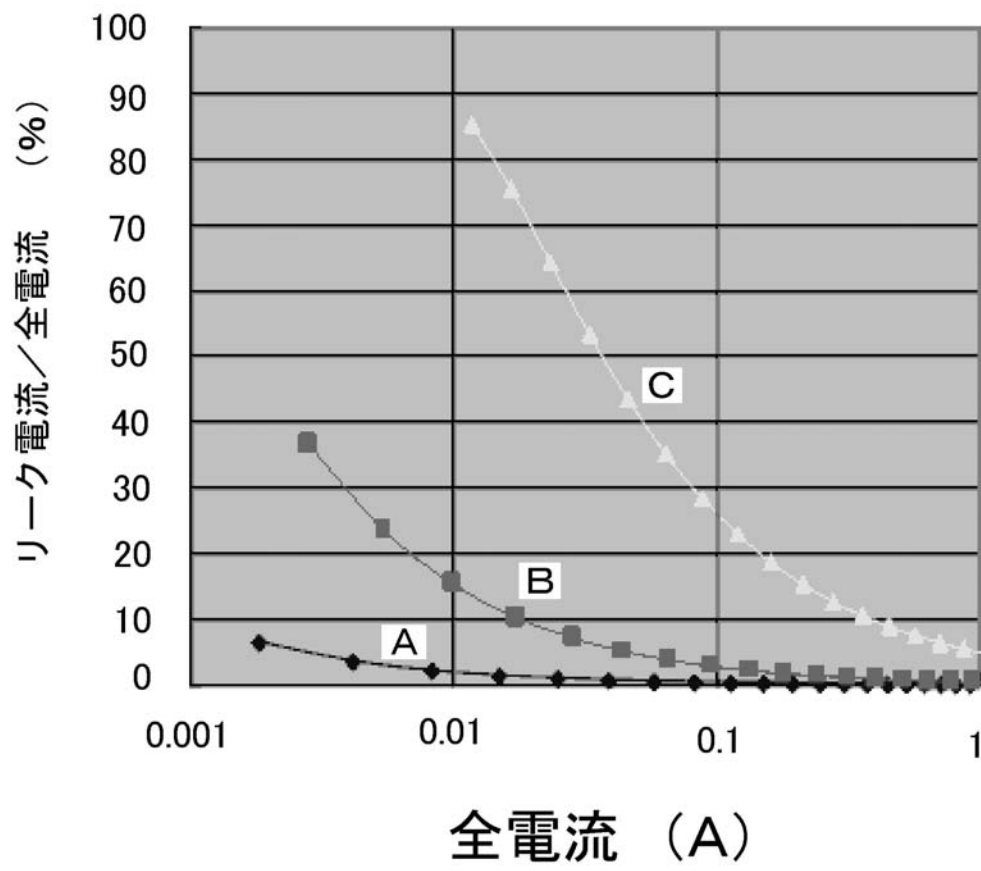
【図 1 3】

【図 1 3】



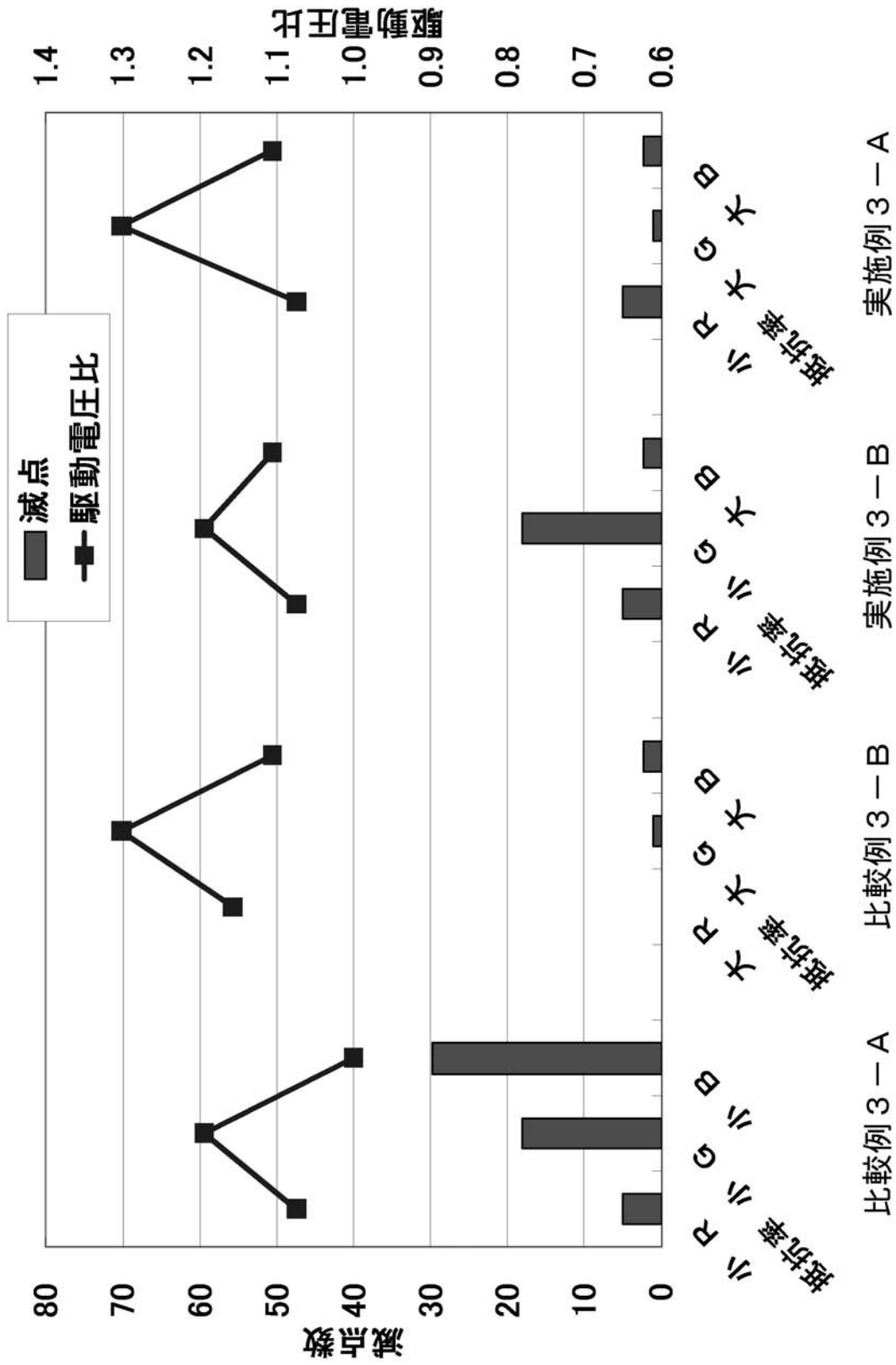
【図 8】

【図 8】



【図 9】

【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 弘史
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 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 吉永 禎彦
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC06 CC29 CC37 CC42 CC45 DD03 DD10 DD23
DD28 DD71 DD74 DD85 EE33 FF04 FF13 FF15

专利名称(译)	发光器件和有机电致发光显示器件		
公开(公告)号	JP2010056075A	公开(公告)日	2010-03-11
申请号	JP2009168511	申请日	2009-07-17
[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	山田二郎 根岸英輔 中村弘史 中村明史 吉永禎彦		
发明人	山田 二郎 根岸 英輔 中村 弘史 中村 明史 吉永 禎彦		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/26		
CPC分类号	H01L51/5203 H01L27/3244 H01L27/3276 H01L51/5234 H01L51/5265 H01L2251/5315 H01L2251/558 H05B33/24		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/26.Z H05B33/22.A H05B33/22.C		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC06 3K107/CC29 3K107/CC37 3K107/CC42 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD28 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD85 3K107/EE33 3K107/FF04 3K107/FF13 3K107/FF15		
代理人(译)	山本隆久 吉井正明 森浩一		
优先权	2008194699 2008-07-29 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种发光元件，该发光元件具有即使在第一电极上存在异物或突起也不会在第一电极和第二电极之间发生短路的结构和结构。发光器件包括依次层叠的第一电极，具有由有机发光材料制成的发光层的有机层，半透射/反射膜，电阻层和第二电极。第一电极21反射来自发光层的光，第二电极22透射穿过半透射/反射膜40透射的光，并且第二电极22透射来自半透射/反射膜40的光。平均膜厚度为1nm至6nm。

[选型图]图1

