

(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2002 - 252087

(P2002 - 252087A)

(43)公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	Z 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/30	338	G 0 9 F 9/30	338 5 C 0 9 4
	349		349 D
	365		365 Z
H 0 5 B 33/12		H 0 5 B 33/12	B

審査請求 未請求 請求項の数 40 L (全 7 数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001 - 50480(P2001 - 50480)

(22)出願日 平成13年2月26日(2001.2.26)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 石原 慎吾

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 荒谷 介和

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外 2 名)

最終頁に続く

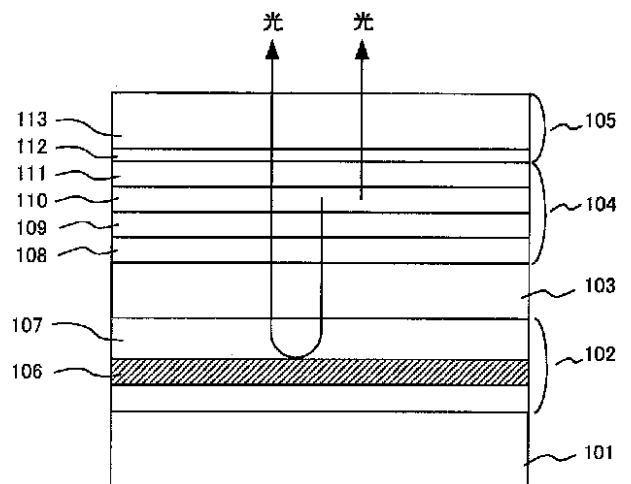
(54)【発明の名称】 有機発光表示装置

(57)【要約】

【課題】高効率の上部電極光取出し有機発光表示装置を提供する。

【解決手段】基板101上に駆動層102、第1透明電極103、発光層104及び第2透明電極105を形成し、有機発光層110で発光し第1透明電極103側に出射した光を、駆動層102内に形成した反射膜106で反射し、第2透明電極105から出射する。また、駆動層102内層間絶縁膜107の膜厚を最適化し、有機発光層110から直接第2透明電極側に出射した光と、反射膜106により反射された光の干渉効果を利用して出射光強度を高める。全光強度が最大で10倍程度増加した。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1透明電極、発光層及び第2透明電極を有する有機発光素子と、前記有機発光素子を制御するスイッチング素子を有する駆動層を備える有機発光表示装置において、

前記駆動層内の層間絶縁膜を介して反射膜を設け、前記反射膜が前記第1透明電極の外側にあることを特徴とする有機発光表示装置。

【請求項2】 基板及び駆動層と、第1透明電極、発光層、第2透明電極の有機発光素子が、上記の順で階層構成される有機発光表示装置において、

前記駆動層内の層間絶縁膜を介して反射膜を設け、前記反射膜が前記第2透明電極の外側にあることを特徴とする有機発光表示装置。

【請求項3】 第1透明電極、発光層及び第2透明電極を有し、カラー表示を行うための発光中心波長の異なった複数の有機発光素子と、前記有機発光素子を制御するスイッチング素子を有する駆動層を備える有機発光表示装置において、

前記駆動層内の複数の層間絶縁膜を介して反射膜を設け、前記反射膜が前記第1透明電極の外側にあることを特徴とする有機発光表示装置。

【請求項4】 請求項1、2または3において、前記有機発光素子の発光領域から前記反射膜表面の光路長 d が、式(1)を満足することを特徴とする有機発光表示装置。

$$2d = (n + 1/2) \lambda \cdot \dots (1)$$

ただし、 λ は発光する光の中心波長、 n は整数である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機発光表示装置に関わり、特に、アクティブマトリクス有機発光表示装置に関わる。

【0002】

【従来の技術】本格的なマルチメディア時代の到来に伴い、マン・マシンインターフェイスとして用いられる平面型の表示装置がクローズアップされている。平面型表示装置としては、従来、液晶ディスプレイが用いられている。しかしながら、液晶表示装置には、狭視野角、低速応答性といった問題点が挙げられる。

【0003】近年、有機エレクトロルミネセンス(EL)表示装置が次世代平面型表示装置として注目を受けている。有機発光表示装置は、自発光、広視野角、高速応答特性といった優れた特性を有する。

【0004】従来の有機EL素子の構造は以下の通りである。ガラス基板上にITO等の第1透明電極、有機正孔輸送層、有機発光層、有機電子輸送層等の発光層、低仕事関数の第2電極を形成する。両電極間に数V程度の電圧を印加し、各電極に、それぞれ、正孔、電子が注入され、輸送層を経由して発光層で結合し、エキシトンが生

成される。エキシトンが基底状態に戻る際に発光する。発光光は第1透明電極を透過して基板側から取出す。

【0005】有機EL素子を用いた表示装置には、単純マトリクス表示装置とアクティブマトリクス表示装置がある。単純マトリクス表示装置は、複数の陽極ラインと陰極ラインが交差した画素位置に正孔輸送層、発光層、電子輸送層等の有機層が形成されており、各画素は1フレーム期間中、選択時間のみ点灯する。単純マトリクス表示装置は構造が単純であるという利点を有する。

【0006】しかし、画素数が多くなると選択時間が短くなるので、駆動電圧を高くし、瞬間輝度を高くする必要がある。そのため、有機EL素子の寿命が短くなる問題がある。また、有機EL素子は電流駆動であるため、大画面では配線抵抗等による電圧降下が生じ、画素間の均一画質化が困難となる。以上のことより、単純マトリクス表示装置では、高精細、大画面化に限界がある。

【0007】一方、アクティブマトリクス表示装置では、各画素を構成する有機EL素子に、2~4個の薄膜トランジスタのスイッチング素子から構成される駆動部が接続されており、1フレーム期間中の全点灯が可能となる。そのため、輝度を高くする必要がなく、有機EL素子の寿命を長くすることが可能となる。一方、前述したように、従来の有機EL素子では、発光光を基板側から取出すため、駆動部により開口率が制限される。以上の問題を解決するために、上部電極を透明化し、発光光の取出しを上部電極側から行う試みがある。

【0008】US5703436号公報では、上部電極を2層構成にし、第1層にMg:Ag等の注入層、第2層にITO等の透明電極を用い、上部電極から光を取出す有機EL素子を開示している。

【0009】また、特開平6-163158号公報では、透明であるアルカリ土類金属酸化物で構成された電子注入層と透明陰極材料からなる有機EL素子を開示している。

【0010】また、特開平8-227276号公報では、透明下部電極の外側に反射膜を有する有機EL素子を用いたディスプレイを開示している。この発明では、発光領域で発光し、下部電極側に向かった光を反射膜で反射させ、上部電極側から取出すことが可能となり、光量が増大する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】第2電極側から光を取出す有機EL素子では、透明電極を有機層の上部に形成する必要がある。透明電極は金属電極と比べて形成時に有機層にダメージを与えるため、この構成の有機EL素子は特性が低下する。そのため、高効率化するための構成を検討する必要がある。

【0012】その一つの方法として、特開平8-227276号公報で開示された、基板側に発光した光を反射膜を用いて上部電極から光を取出す方法が挙げられる。しかし、同方法では、直接上部電極側に出射する光と反射膜

によって反射された光が干渉効果を起こし、有機EL素子の発光領域から反射膜の光路長により、上部電極を出射した全光量が変化する。

【0013】本発明では、上部電極から出射した全光量を増大させるため、有機EL素子の発光領域から反射膜の光路長を最適化することを目的とする。

【0014】また、反射膜を形成する際、製造工程数を増大させない素子構成の提供を目的とする。

【0015】また、フルカラー有機EL表示装置を構成する赤色(R)、緑色(G)、青色(B)発光有機EL素子に対して、それぞれ、上部電極から出射した全光量を増大させるため、有機EL素子の発光領域から反射膜までの光路長を最適化した有機EL表示装置の提供を目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1透明電極、発光層及び第2透明電極を有する有機発光素子と、前記有機発光素子を制御するスイッチング素子を有する駆動層を備える有機発光表示装置において、前記駆動層内の層間絶縁膜を介して反射膜を設け、前記反射膜が前記第1透明電極の一方の外側にあることを特徴とする。

【0017】または、基板及び駆動層と、第1透明電極、発光層、第2透明電極を有する有機発光素子が、上記の順に構成される有機発光表示装置において、前記駆動層内の層間絶縁膜を介して反射膜を設け、前記反射膜が前記第2透明電極の外側にあることを特徴とする。

【0018】また、第1透明電極、発光層及び第2透明電極を有し、カラー表示を行うための発光中心波長の異なった複数の有機発光素子と、前記有機発光素子を制御するスイッチング素子を有する駆動層を備える有機発光表示装置において、前記駆動層内の複数の層間絶縁膜を介して反射膜を設け、前記反射膜が前記第1透明電極の外側にあることを特徴とする。

【0019】上記の有機発光表示装置では、前記有機発光素子の発光領域から前記反射膜表面の光路長dが、式(1)を満足することが望ましい。

【0020】 $2d = (n + 1/2) \lambda \dots (1)$

ただし、 λ は発光する光の中心波長、nは整数である。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明による有機発光装置の実施形態について説明する。図1～図4は本発明による有機発光表示装置の実施例1を示し、図1は有機発光表示装置の断面を模擬的に示す模式図、図2は有機発光表示装置の真上から見た平面図、図3は図2のA-A'線、B-B'線における断面図、図4は図2のC-C'線、D-D'線における断面図である。

【0022】まず、本実施例の構成を図1に示した模式図を用いて説明する。基板101上に駆動層102と、有機発光素子、つまり有機EL素子を構成する第1透明電極103、発光層104及び第2透明電極105を形成する。

【0023】発光層104は有機正孔注入層108、有機正孔輸送層109、有機発光層110、有機電子輸送層111からなる。有機正孔注入層108、有機電子輸送層111がない構造もある。また、第2透明電極は電子注入層112、透明電極113からなる。

【0024】本実施例では、駆動層102内に形成される電極層を用いて反射膜106を形成する。したがって、有機発光層110で発光した光のうち、一部は直接第2透明電極105から出射され、他の一部は反射膜106で反射されて第2透明電極105から出射される。ここで、反射膜106上に形成される層間絶縁膜107の膜厚を最適化して、2光路の発光光の干渉効果で出射光強度を高める。

【0025】次に、2個のトランジスタを用いた駆動層制御の有機発光表示装置を説明する。図2から図4に示すように、第1トランジスタ123、第2トランジスタ125、容量124からなる。

【0026】始めに、駆動層の形成方法について説明する。ガラス基板101上にLPCVDを用いて膜厚50nmのa-Si膜を形成する。原料はSi₂H₆であり、基板温度は450であった。次に、XeClエキシマレーザを用いて、膜全面をレーザアニールした。レーザアニールは2段階で行った。1回目、2回目の照射エネルギーは、それぞれ、188mJ/cm²、290mJ/cm²であった。これにより、a-Siが結晶化され、p-Siとなった。次に、p-Si膜を、CF₄を用いたドライエッチングでパターン化した。

【0027】次に、ゲート絶縁膜126として膜厚100nmのSiO₂膜を形成した。SiO₂膜はTEOSを原料としてPECVD法で形成した。

【0028】次に、ゲート電極115として膜厚50nmのTiW膜をスパッタリング法により作製し、パターンニングした。併せて、ゲート線116、第2トランジスタゲート電極121、及び容量124電極130もパターンニングした。

【0029】次に、イオン注入法によりゲート絶縁膜126の上部から、パターン化されたp-Si層に4×10¹⁵イオン/cm²、エネルギー80keVのPイオンを注入した。上部にゲート電極がある領域にはPイオンが注入されず、チャンネル領域114となる。

【0030】次に、基板101を不活性N₂雰囲気下で、300℃、3時間加熱し、イオンを活性化し、ドーピングが有効に行われるようにした。P-Siのイオン注入された領域は2kΩ/cmの面抵抗値となった。その上に、第1層間絶縁膜127としてSiNx膜を成膜した。膜厚は200nmである。

【0031】次に、イオン注入された領域上部のゲート絶縁膜126及び第1層間絶縁膜127に、コンタクトホールを形成した。さらに、第2トランジスタのゲート電極121上部の第1層間絶縁膜127にコンタクトホールを形成した。

【0032】その上に、スパッタリング法にて膜厚500nmのAl膜を形成する。ホトリソグラフィ工程により信号線117、コモン線120を形成する。また、第1トランジスタ123のソース電極118及びドレイン電極119、第2トランジスタ125のソース電極132及びドレイン電極122、容量124の電極130、131を形成する。

【0033】容量124と第1トランジスタのソース電極118を、信号線117と接続する。また、第1トランジスタのドレイン電極119は第2トランジスタのゲート電極121を接続する。また、第1トランジスタのドレイン電極119を容量124の電極130と接続する。第2トランジスタのソース電極132はコモン線120と接続する。また、第2トランジスタのドレイン電極122は有機EL素子の第1透明電極103と接続する。さらに、反射膜106を画素開口部下に位置する領域に形成した。

【0034】次に、第2層間絶縁膜層128としてSiNx膜を成膜した。膜厚は195nmである。第2トランジスタのドレイン電極122上部にコンタクトホールを設ける。その上にスパッタリング法を用いて、厚さ150nmのITO膜を形成し、ホトリソグラフィ法を用いて第1透明電極103を形成する。電極サイズは、 $250 \times 100 \mu\text{m}^2$ である。

【0035】このように駆動層を形成した基板をアセトン、純水の順に、それぞれ超音波洗浄を3分間行った。洗浄後、窒素ガスを用いて乾燥させた後、80度のオーブンで5分間乾燥させた。次に、 O_2 プラズマクリーニングを行った。RFパワーは20W、クリーニング時間は1分である。プラズマクリーニングを行った基板を大気に曝すことなく、真空蒸着チャンパーにセットした。

【0036】次に、図3のA-A'線における断面図を用いて有機発光素子の形成方法について説明する。第1の透明電極103上に、膜厚50nmの4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル膜(以下、a-NPD膜と略記する。)を形成した。このa-NPD膜は有機正孔輸送層109として機能する。その上に、膜厚60nmのトリス(8-キノリノール)アルミニウム膜(以下、Alq膜と略記する。)を形成した。Alq膜は、有機発光層110及び有機電子輸送層として機能する。

【0037】次に、その上に電子注入層112としてMgとAgの合金膜を形成した。2元同時蒸着法を用いて蒸着レートを、それぞれ、1.4nm、0.1nmに設定し、膜厚10nmを蒸着した。次に、スパッタリング法により、透明電極113としてIn-Zn-O膜を200nm成膜した。In-Zn-O膜は非晶酸化物膜である。ターゲットには、 $\text{In}/(\text{In}+\text{Zn})=0.83$ であるターゲットを用いた。成膜条件は、Ar: O_2 混合ガスを雰囲気として真空度0.2Pa、スパッタリング出力 $2\text{W}/\text{cm}^2$ である。Mg:Ag/In-ZnO積層膜は透明陰極として機能し、その透過率は65%であった。

【0038】本実施例の有機発光素子は、中心波長525nmで発光する。また、発光領域はa-NPD膜とAlq膜の界面である。発光領域で基板側方向に発光した光は、有機正孔輸送層109、第1透明電極103、第2層間絶縁膜128を透過し、反射膜106で反射して有機EL素子に入射し、第2透明電極105から出射する。この反射膜106に反射されて出射した光と、発光領域から直接第2透明電極105を出射した光の光路差は以下の通りである。

【0039】光路差 = $2(\text{屈折率}(a\text{-NPD}) \cdot \text{膜厚}(a\text{-NPD}) + \text{屈折率}(\text{ITO}) \cdot \text{膜厚}(\text{ITO}) + \text{屈折率}(\text{SiN}_x) \cdot \text{膜厚}(\text{SiN}_x)) = 2(1.6 \cdot 50 + 2.0 \cdot 70 + 1.9 \cdot 230) = 1314\text{nm}$ この光路差は式(1)で示した発光領域から反射膜表面の光路長の2倍すなわち、 $2d$ に対応する。よって、 $n=2$ の式(1)を満足する。このため、正の干渉効果により、2つの光強度を足し合せた値が全光強度となる。10V印加により、輝度値は $100\text{cd}/\text{m}^2$ であった。一方、第2層間絶縁膜128の膜厚を160nmにしたところ、光路差が発光中心波長の2倍となる。この場合、負の干渉効果により全光強度は、輝度値で $10\text{cd}/\text{m}^2$ であった。

【0040】本実施例によれば、有機発光層110から第2透明電極105を出射する光と、反射膜106により反射されて第2透明電極105を出射する光が、発光中心波長の2.5倍の光路差をもって干渉するので、全光強度が最大で10倍程度増加した。

【0041】次に、本発明の実施例2として、フルカラー表示が可能な有機発光表示装置を説明する。図5に実施例2の有機発光表示装置の断面図を示す。ガラス基板201上に有機EL素子を駆動する駆動層を形成する。作製方法は、実施例1と同様である。赤色(R)用反射膜205、緑色(G)用反射膜206、青色(B)用反射膜207は、それぞれ、ソース電極・ドレイン電極、p-Siチャンネル領域、ゲート電極の形成時に作製する。また、ゲート絶縁膜202の膜厚は60nm、第1層間絶縁膜203の膜厚は258nm、第2層間絶縁膜204の膜厚は125nmとした。

【0042】G用有機EL素子は、実施例1と同様の構成である。第1透明電極208の上に、有機正孔輸送層209、有機発光層210、電子注入層211及び透明電極212を、金属マスクを用いてパターン化した。

【0043】R用有機EL素子の有機正孔輸送層214は、膜厚50nmのa-NPD、有機発光層215を膜厚60nmのAlqに、ドーパントとして4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピランを共蒸着したものをを用いた。

【0044】B用有機EL素子の有機正孔輸送層219は、膜厚50nmのa-NPD、有機発光層220に、膜厚60nmの4,4'-ビス(2,2-ジフェニルピニル)ピフェニルを用いた。

【0045】反射膜に反射されて透明電極212,21

7, 222から出射した光と、発光領域から直接上部陰極を出射した光の光路差は以下の通りである。

【0046】

$$(R) : 2(1.6 \cdot 50 + 2.0 \cdot 70 + 1.9 \cdot 125) = 915\text{nm}$$

$$(G) : 2(1.6 \cdot 50 + 2.0 \cdot 70 + 1.9 \cdot 125 + 1.45 \cdot 258 + 1.45 \cdot 60) = 1837.5\text{nm}$$

$$(B) : 2(1.6 \cdot 50 + 2.0 \cdot 70 + 1.9 \cdot 125 + 1.45 \cdot 258) = 1662.5\text{nm}$$

これらの光路差は、発光中心波長の、それぞれ、1.5倍、3.5倍、3.5倍である。このため、正の干渉効果により、2つの光強度を足し合せた値が全光強度となる。10V印加により、輝度値はそれぞれ、30cd/m²、100cd/m²、80cd/m²であった。本実施例によれば、R、G、Bの取出し光強度を増大するフルカラーの表示装置が実現できる。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、上部電極側から発光光を取出す構成の有機発光表示装置において、直接第2透明電極方向に出射する光と基板方向に出射し反射膜で反射された光との干渉効果によって、取出し光強度が増大する効果がある。また、反射膜を駆動部の電極と同時形成することから、作製プロセスの簡素化が図れる。

【0048】また、各発光色で干渉効果が最大になるよう層間絶縁膜の膜厚及び反射膜を作製するので、各色の取出し光強度が増大するフルカラー有機発光表示装置を提供できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である有機発光表示装置の模式図。

【図2】一実施例の有機発光表示装置を真上から見た平面図。

【図3】図2のA-A'線、B-B'線に示した断面図。

【図4】図2のC-C'線、D-D'線に示した断面図。

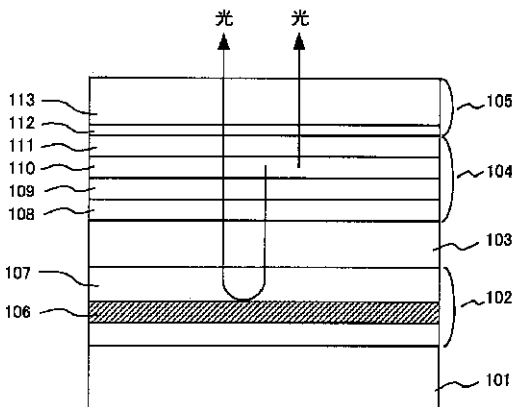
【図5】本発明の第2の実施例であるフルカラー有機発光表示装置の断面図。

【符号の説明】

101, 201...ガラス基板、102...駆動層、103...第1透明電極、104...発光層、105...第2透明電極、106, 205, 206, 207...反射膜、107...層間絶縁膜、108...有機正孔注入層、109, 209, 214, 219...有機正孔輸送層、110, 210, 215, 220...有機発光層、111...有機電子輸送層、112, 211, 216, 221...電子注入層、113, 212, 217, 222...透明電極、114...第1トランジスタのチャネル領域、115...第1トランジスタのゲート電極、116...ゲート線、117...信号線、118...第1トランジスタのソース電極、119...第1トランジスタのドレイン電極、120...コモン線、121...第2トランジスタのゲート電極、122...第2トランジスタのドレイン電極、208, 213, 218...第1透明電極、123...第1トランジスタ、124...容量、125...第2トランジスタ、126, 202...ゲート絶縁膜、127, 203...第1層間絶縁膜、128, 204...第2層間絶縁膜、130, 131...容量電極、132...第2トランジスタソース電極、133...第2トランジスタチャネル領域。

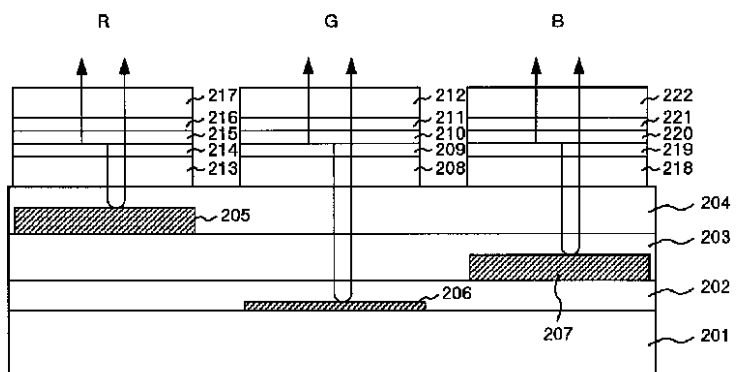
【図1】

図 1



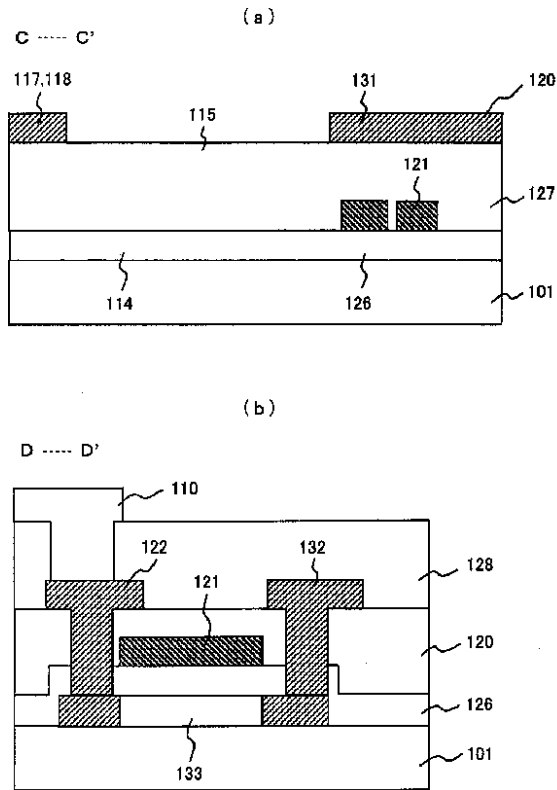
【図5】

図 5



【図4】

図 4



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H 0 5 B 33/14

識別記号

F I
H 0 5 B 33/14

テ-マコード (参考)
A

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB18 BA06
 BB06 BB07 CA01 CB01 CB04
 CC01 DA01 DB03 EB00
 5C094 AA08 AA10 AA43 BA03 BA12
 BA27 CA19 CA24 DA13 DB01
 DB04 EA04 EA05 EA06 EB02
 ED03 ED11 FA01 FA02 FB01
 FB02 FB12 FB15 GB10 JA01

专利名称(译)	有机发光表示装置		
公开(公告)号	JP2002252087A	公开(公告)日	2002-09-06
申请号	JP2001050480	申请日	2001-02-26
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	石原慎吾 荒谷介和		
发明人	石原 慎吾 荒谷 介和		
IPC分类号	H05B33/22 G09F9/30 H01L27/32 H01L51/50 H05B33/12 H05B33/14		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/5234 H01L51/5271 H01L2251/5315		
FI分类号	H05B33/22.Z G09F9/30.338 G09F9/30.349.D G09F9/30.365.Z H05B33/12.B H05B33/14.A G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB18 3K007/BA06 3K007/BB06 3K007/BB07 3K007/CA01 3K007/CB01 3K007/CB04 3K007/CC01 3K007/DA01 3K007/DB03 3K007/EB00 5C094/AA08 5C094/AA10 5C094/AA43 5C094/BA03 5C094/BA12 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/CA24 5C094/DA13 5C094/DB01 5C094/DB04 5C094/EA04 5C094/EA05 5C094/EA06 5C094/EB02 5C094/ED03 5C094/ED11 5C094/FA01 5C094/FA02 5C094/FB01 5C094/FB02 5C094/FB12 5C094/FB15 5C094/GB10 5C094/JA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/EE03 3K107/EE33 3K107/FF06		
其他公开文献	JP4046948B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供高效的有机发光显示装置以抽出上电极的光。解决方案：驱动层102，第一透明电极103，发光层104和第二透明电极105形成在基板101上，并且在有机发光层110处发射的光被传送到第一透明电极102透明电极103侧在形成于驱动层102中的反射膜106处反射，并从第二透明电极105传送。此外，优化驱动层102的内层之间的绝缘膜107的膜厚度，并且通过利用从有机发光层110直接传递到第二透明电极侧的光与反射膜106反射的光之间的光的干涉效应来增强传递的光强度。总光强度增加大约10倍。最多。

