

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4156431号
(P4156431)

(45) 発行日 平成20年9月24日(2008.9.24)

(24) 登録日 平成20年7月18日(2008.7.18)

(51) Int.Cl.	F 1	
H05B 33/26	(2006.01)	H05B 33/26 Z
H05B 33/10	(2006.01)	H05B 33/10
H05B 33/12	(2006.01)	H05B 33/12 B
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14 A
H05B 33/22	(2006.01)	H05B 33/22 Z

請求項の数 16 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-118329 (P2003-118329)
 (22) 出願日 平成15年4月23日(2003.4.23)
 (65) 公開番号 特開2004-6327 (P2004-6327A)
 (43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)
 審査請求日 平成17年4月11日(2005.4.11)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-121522 (P2002-121522)
 (32) 優先日 平成14年4月23日(2002.4.23)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 山崎 舜平
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 瀬尾 哲史
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 桑原 秀明
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 審査官 磯貝 香苗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置およびその作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁表面を有する基板上に形成された薄膜トランジスタと接続された第1の電極と、前記第1の電極の端部を覆う絶縁物と、前記第1の電極上に接する有機化合物を含む層と、前記層上に接する第2の電極とを有する発光素子であって、前記第1の電極は、多層構造であり、前記第1の電極における端部よりも積層数が少ない部分を有することを特徴とする発光装置。

【請求項2】

請求項1において、前記第2の電極は光を透過する導電膜であることを特徴とする発光装置。 10

【請求項3】

請求項1又は2において、前記第1の電極は陽極であり、前記第2の電極は陰極であることを特徴とする発光装置。

【請求項4】

請求項1又は2において、前記第1の電極は陰極であり、前記第2の電極は陽極であることを特徴とする発光装置。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれか一において、前記第1の電極は、凹部形状を成す傾斜面を有し、前記傾斜面の傾斜角度は、30°を越え70°未満であることを特徴とする発光装置 20

。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一において、前記第 1 の電極の端部を覆う絶縁物は、上端部に曲率半径を有する曲面を有しており、前記曲率半径は、 $0.2 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ であることを特徴とする発光装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一において、前記第 1 の電極は、チタンを含む第 1 の金属層と、窒化チタンまたは窒化タングステンを含む第 2 の金属層と、アルミニウムを含む第 3 の金属層と、窒化チタンを含む第 4 の金属層との積層であることを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一において、前記有機化合物を含む層は、赤色発光する材料、緑色発光する材料、もしくは青色発光する材料であることを特徴とする発光装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一において、前記有機化合物を含む層は白色発光する材料であり、封止材に設けられたカラーフィルタと組み合わせられたことを特徴とする発光装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一において、前記有機化合物を含む層は単色発光する材料であり、封止材に設けられた色変換層または着色層と組み合わせられたことを特徴とする発光装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一において、前記発光装置は、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、カーナビゲーション、パーソナルコンピュータ、DVD プレーヤー、電子遊技機器、または携帯情報端末であることを特徴とする発光装置。

【請求項 12】

第 1 の電極と、前記第 1 の電極に接する有機化合物を含む層と、前記有機化合物を含む層に接する第 2 の電極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、
光を反射する金属層及びエッチングストッパーとなる金属層の積層を有する前記第 1 の電極の端部を覆うように前記絶縁物を形成し、

前記絶縁物をマスクとしてエッチングを行うことにより、前記第 1 の電極に傾斜面が形成されるように前記第 1 の電極を部分的に薄くし、

前記傾斜面が形成された第 1 の電極及び前記絶縁物上に前記有機化合物を含む膜を形成し、

前記有機化合物を含む膜上に光を透過する導電膜からなる前記第 2 の電極を形成し、

前記第 1 の電極が有する前記光を反射する金属層がエッチングされることによって、前記第 1 の電極に形成された傾斜面には、光を反射する金属材料が露呈していることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 13】

請求項 12 において、前記第 1 の電極は陽極であり、前記第 2 の電極よりも仕事関数が大きい金属層からなることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 14】

請求項 12 又は 13 において、前記第 1 の電極は、チタンを含む第 1 の金属層と、窒化チタンまたは窒化タングステンを含む第 2 の金属層と、アルミニウムを含む第 3 の金属層と、窒化チタンを含む第 4 の金属層との積層であることを特徴とする発光装置の作製方法。

。

【請求項 15】

請求項 12 乃至 14 のいずれか一において、前記第 1 の電極は凹部形状を成す傾斜面を有し、前記傾斜面の傾斜角度は、 30° を越え 70° 未満であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 16】

請求項 12 乃至 15 のいずれか一において、前記第 1 の電極の端部を覆う絶縁物は、上

10

20

30

40

50

端部に曲率半径を有する曲面を有しており、前記曲率半径は、 $0.2\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一対の電極間に有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）を設けた素子に電界を加えることで、蛍光又は燐光が得られる発光素子を用いた発光装置及びその作製方法に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクタ、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

10

【0002】

【従来の技術】

薄型軽量、高速応答性、直流低電圧駆動などの特徴を有する有機化合物を発光体として用いた発光素子は、次世代のフラットパネルディスプレイへの応用が期待されている。特に、発光素子をマトリクス状に配置した表示装置は、従来の液晶表示装置と比較して、視野角が広く視認性が優れる点に優位性があると考えられている。

【0003】

20

発光素子の発光機構は、一対の電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光するといわれている。励起状態には一重項励起と三重項励起が知られ、発光はどちらの励起状態を経ても可能であると考えられている。

【0004】

このような発光素子をマトリクス状に配置して形成された発光装置には、パッシブマトリクス駆動（単純マトリクス型）とアクティブマトリクス駆動（アクティブマトリクス型）といった駆動方法を用いることが可能である。しかし、画素密度が増えた場合には、画素（又は1ドット）毎にスイッチが設けられているアクティブマトリクス型の方が低電圧駆動できるので有利であると考えられている。

30

【0005】

また、発光素子の中心とも言える有機化合物層（厳密には発光層）となる有機化合物は、低分子系材料と高分子系（ポリマー系）材料とがそれぞれ研究されているが、低分子系材料よりも取り扱いが容易で耐熱性の高い高分子系材料が注目されている。

【0006】

また、これまでアクティブマトリクス型の発光装置において、基板上的TF Tと電気的に接続された電極が陽極として形成され、陽極上に有機化合物層が形成され、有機化合物層上に陰極が形成される発光素子を有し、有機化合物層において生じた光を透明電極である陽極からTF Tの方へ取り出すという構造であった。

40

【0007】

しかし、この構造においては、解像度を向上させようとする画素部におけるTF T及び配線等の配置により開口率が制限されるという問題が生じていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明では、基板上的TF Tと電気的に接続されたTF T側の電極を陽極として形成し、陽極上に有機化合物を含む層を形成し、有機化合物を含む層上に透明電極である陰極を形成するという構造（以下、上面出射構造とよぶ）の発光素子を有するアクティブマトリクス型の発光装置を作製する。

【0009】

50

上面出射構造は、下面出射構造に比べて、有機化合物を含む層から発光する光が通過する材料層を少なくでき、屈折率の異なる材料層間での迷光を抑えることができる。

【0010】

また、有機化合物層において生じた光の全てが透明電極である陰極からTFTの方へ取り出されるわけではなく、例えば、横方向（基板面と平行な方向）にも発光されるが、結果的にこの横方向に発光する光は取り出されないため、ロスになっていた。そこで、本発明は、発光素子において、ある一方向に取り出す発光量を増加させる構造とした発光装置およびその作製方法を提供することを課題とする。

【0011】

また、上面出射構造において、透明電極の膜抵抗が高くなるという問題が生じる。特に、透明電極の膜厚を薄くした場合、さらに膜抵抗が高くなってしまふ。陽極または陰極となる透明電極の膜抵抗が高くなると電圧降下により面内電位分布が不均一になり、発光素子の輝度にバラツキを生じるといった不具合が生じる。そこで、本発明は、発光素子における透明電極の膜抵抗を低下させる構造の発光装置およびその作製方法を提供することを課題とする。そして、そのような発光装置を表示部として用いる電気器具を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、金属層の積層からなる第1の電極を形成し、該第1の電極の端部を覆う絶縁物（バンク、隔壁と呼ばれる）を形成した後、該絶縁物をマスクとして自己整合的にエッチングを行い、該絶縁物の一部をエッチングするとともに第1の電極の中央部を薄くエッチングして端部に段差を形成する。このエッチングによって第1の電極の中央部は薄く、且つ、平坦な面とし、絶縁物で覆われた第1の電極の端部は厚い形状、即ち、凹部形状となる。そして、第1の電極上には有機化合物を含む層、および第2の電極を形成して発光素子を完成させる。

【0013】

本発明は、第1の電極の段差部分に形成された斜面で横方向の発光を反射または集光させて、ある一方向（第2の電極を通過する方向）に取り出す発光量を増加させるものである。

【0014】

従って、斜面となる部分は、光を反射する金属、例えばアルミニウム、銀などを主成分とする材料とすることが好ましく、有機化合物を含む層と接する中央部は、仕事関数の大きい陽極材料、或いは、仕事関数の小さい陰極材料とすることが好ましい。

【0015】

本明細書で開示する発明の構成1は、絶縁表面を有する基板上に、薄膜トランジスタと接続された第1の電極と、前記第1の電極の端部を覆う絶縁物と、前記第1の電極上に接する有機化合物を含む層と、該層上に接する第2の電極とを有する発光素子であって、前記第1の電極は、前記第1の電極の中央部に向かう傾斜面を前記第1の電極の端部に有し、該傾斜面は、前記有機化合物を含む層からの発光を反射することを特徴とする発光装置である。

【0016】

また、他の発明の構成2は、絶縁表面を有する基板上に、薄膜トランジスタと接続された第1の電極と、前記第1の電極の端部を覆う絶縁物と、前記第1の電極上に接する有機化合物を含む層と、該層上に接する第2の電極とを有する発光素子であって、前記第1の電極の中央部が端部よりも膜厚の薄い凹部形状となっていることを特徴とする発光装置である。

【0017】

また、他の発明の構成3は、
絶縁表面を有する基板上に、薄膜トランジスタと接続された第1の電極と、
前記第1の電極の端部を覆う絶縁物と、
前記第1の電極上に接する有機化合物を含む層と、該層上に接する第2の電極とを有する
発光素子であって、
前記第1の電極は、多層構造であり、前記第1の電極における中央部の積層数よりも端部
の積層数が多いことを特徴とする発光装置である。

【0018】

また、本発明は、塗布法により高分子からなる有機化合物膜を形成する際、カバレッジ不
良などを無くすため、各画素間に設けられる絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼
ばれる）の形状に工夫を加える。上記各構成において、前記絶縁物の上端部に曲率半径を
有する曲面を持たせ、該曲率半径は、 $0.2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ であることを特徴としている。
また、前記絶縁物のテーパ角度は、 $35^\circ \sim 55^\circ$ とすればよい。

10

【0019】

曲率を持たせることによって段差被覆性を良好とし、後に形成する有機化合物を含む層な
どが極めて薄くとも成膜を可能とする。

【0020】

また、上記各構成において、前記第1の電極は、前記第1の電極の中央部に向かう傾斜面
を有し、傾斜角度（テーパ角度とも呼ぶ）は、 30° を超え、 70° 未満、さらに好ま
しくは 60° 未満であることを特徴としている。なお、シミュレーションを行って算出す
ると、取り出し効率が最もよい傾斜角度は、 54.7° である。なお、この前記第1の電極
の傾斜面で反射された光が層間で分散したり、迷光とならないように適宜、傾斜角度、有
機化合物層の材料および膜厚、または第2の電極の材料および膜厚を設定することが必要
である。

20

【0021】

また、上記各構成において、前記第2の電極は光を透過する導電膜、例えば薄い金属膜、
または透明導電膜であることを特徴としている。

【0022】

また、上記各構成において、前記第1の電極は、凹部形状であり、前記絶縁物をマスクと
して自己整合的に形成されることを特徴としている。従って、第1の電極形状を形成する
上でマスクの増加はない。なお、前記第1の電極の段差部分（傾斜部の上端部）と絶縁物
の側面とはほぼ一致しており、段差被覆性の点から好ましくは、第1の電極の斜面にお
ける傾斜角度と絶縁物の側面における傾斜角度とが同一であることが望ましい。

30

【0023】

また、上記各構成において、前記第1の電極は陽極であり、前記第2の電極は陰極である
ことを特徴としている。或いは、上記各構成において、前記第1の電極は陰極であり、前
記第2の電極は陽極であることを特徴としている。

【0024】

また、上記各構成において、前記有機化合物を含む層は白色発光する材料であり、封止材
に設けられたカラーフィルタと組み合わせたことを特徴とする発光装置、或いは、前記有
機化合物を含む層は単色発光する材料であり、封止材に設けられた色変換層または着色層
と組み合わせたことを特徴とする発光装置である。

40

【0025】

さらに本発明は、第1の電極の段差形成後、蒸着マスクを用いた蒸着法によって配線（補
助配線、または第3の電極とも呼ぶ）を各画素電極間に配置する絶縁物上に形成し、陰極
となる電極（光を透過する電極）の膜抵抗の低抵抗化を図ってもよい。また、上記補助配
線を用いて引き出し配線を形成し、下層に存在する他の配線と接続を行うことも本発明の
特徴である。

【0026】

50

また、上記各構成 1、2、3 を実現するための発明の構成は、陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、金属層の積層からなる第 1 の電極の端部を覆う絶縁物を形成する工程と、前記絶縁物をマスクとして、エッチングを行い、第 1 の電極の縁に沿って斜面が露呈するように前記第 1 の電極の中央部を薄くする工程と、有機化合物を含む膜を形成する工程と、該有機化合物を含む膜上に、光を透過する金属薄膜からなる第 2 の電極を形成する工程とを有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

【0027】

また、上記作製方法に関する構成において、前記第 1 の電極は、光を反射する金属層と、エッチングストッパーとなる金属層との積層を有し、光を反射する金属層がエッチングされ、前記斜面には、光を反射する金属材料が露呈していることを特徴としている。

【0028】

また、前記第 1 の電極のエッチングによって、エッチングストッパーとなる金属層の表面が多少エッチングされてもよい。

【0029】

また、上記作製方法に関する構成において、前記第 1 の電極は陽極であり、前記第 2 の電極よりも仕事関数が高い金属層からなることを特徴としている。

【0030】

また、上記作製方法に関する構成において、前記第 1 の電極は、チタンを含む第 1 の金属層と、窒化チタンまたは窒化タングステンを含む第 2 の金属層と、アルミニウムを含む第 3 の金属層と、窒化チタンを含む第 4 の金属層との積層であることを特徴としている。

【0031】

なお、第 1 の金属層は、TFT のソース領域またはドレイン領域と接するため、シリコンとのオーミックコンタクトが良好な金属材料（代表的にはチタン）を選択すればよく、陽極として機能する第 2 の金属層としては仕事関数の大きい材料が好ましく、発光素子の光を反射させる第 3 の金属層としては、光反射率の高い金属材料が好ましく、第 4 の金属層としては、第 3 の金属層のヒロックやウイスキーなどの発生防止をするとともに第 3 の金属層の鏡面反射を防止する金属材料（窒化チタン、またはチタン）が好ましい。

【0032】

また、前記第 1 の電極は、上記 4 層構造に限定されず、少なくとも陽極として機能する金属層と、発光素子の光を反射させる斜面を有する金属層との 2 層以上であれば、特に限定されない。

【0033】

また、図 12 に Ti を微量に含むアルミニウム膜の反射率と、TiN 膜 (100 nm) の反射率を示す。窒化チタンは、鏡面反射を防止することができる材料である。また、陽極として窒化チタンを用いた場合、ほとんど反射しないため、発光素子の戻り光による干渉も生じない。従って、円偏光板を設けなくともよいパネル構造とすることができる。

【0034】

例えば、前記第 1 の電極において、第 1 の金属層としてチタン、第 2 の金属層として窒化チタン、第 3 の金属層としてアルミニウムを含む金属膜、第 4 の金属層として窒化チタン、第 5 の金属層としてアルミニウムを含む金属膜、第 6 の金属層として窒化チタン、という 6 層構造としてもよい。この 6 層構造の場合、第 4 の金属層を陽極とし、第 5 の金属層の斜面で発光素子の光を反射させる構造となり、且つ、陽極の下層にアルミニウムを含む金属膜が設けられているため、第 1 の電極全体として低抵抗化を図ることができる。また、この 6 層構造は、特に 1 つの画素面積（発光領域）が大きい場合や、大画面を有する発光表示装置に有効である。

【0035】

また、上記作製方法に関する構成において、オゾン雰囲気下での紫外線照射処理 (UV オ

10

20

30

40

50

ゾン処理という)を行うことにより、陽極となる金属層の仕事関数を高めてもよい。図13にはUVオゾン処理時間にもなう仕事関数の変化を測定した結果を示す。図13に示すように、窒化チタンは、仕事関数が4.7 eVであるが、UV処理(6分間)により、その仕事関数を5.05 eVとすることができる。なお、窒化タンタルに関しても同様に仕事関数が大きくなる傾向が得られている。また、上記作製方法に関する構成において、 N_2 、 O_2 、Ar、 BCl 、 Cl_2 といったガスを1種または複数種用いてプラズマ処理を行うことによって陽極となる金属層の仕事関数を高めてもよい。

【0036】

因みに、図13において、仕事関数の測定は大気中で行い、光電子分光法により理研計器株式会社製の「光電子分光装置 AC 2」を用いて測定したものである。

10

【0037】

また、前記絶縁物をマスクとして、エッチングを行い、第1の電極の縁に沿って斜面が露呈するように前記第1の電極の中央部を薄くする工程でプラズマエッチングを用いる場合、エッチングガスによっては、中央部を薄くすると同時に陽極となる金属層の仕事関数を高めることができる。

【0038】

また、上記作製方法に関する構成において、前記第1の電極の端部を覆う絶縁物は、上部に曲率半径を有する曲面を有しており、前記曲率半径は、 $0.2 \mu m \sim 3 \mu m$ であることを特徴としている。

【0039】

20

なお、EL素子は、電場を加えることで発生するルミネッセンス(Electro Luminescence)が得られる有機化合物を含む層(以下、EL層と記す)と、陽極と、陰極とを有する。有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光(蛍光)と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光(リン光)とがあるが、本発明により作製される発光装置は、どちらの発光を用いた場合にも適用可能である。

【0040】

EL層を有する発光素子(EL素子)は一对の電極間にEL層が挟まれた構造となっているが、EL層は通常、積層構造となっている。代表的には、「正孔輸送層/発光層/電子輸送層」という積層構造が挙げられる。この構造は非常に発光効率が高く、現在、研究開発が進められている発光装置は殆どこの構造を採用している。

30

【0041】

また、他にも陽極上に正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層、または正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層の順に積層する構造も良い。発光層に対して蛍光性色素等をドーピングしても良い。また、これらの層は、全て低分子系の材料を用いて形成しても良いし、全て高分子系の材料を用いて形成しても良い。なお、本明細書において、陰極と陽極との間に設けられる全ての層を総称してEL層という。したがって、上記正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層は、全てEL層に含まれる。

【0042】

また、本発明の発光装置において、画面表示の駆動方法は特に限定されず、例えば、点順次駆動方法や線順次駆動方法や面順次駆動方法などを用いればよい。代表的には、線順次駆動方法とし、時分割階調駆動方法や面積階調駆動方法を適宜用いればよい。また、発光装置のソース線に入力する映像信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよく、適宜、映像信号に合わせて駆動回路などを設計すればよい。

40

【0043】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、以下に説明する。

(実施の形態1)

【0044】

アクティブマトリクス型発光装置の断面図(1画素の一部)を図1(A)に示す。ここで

50

は、白色発光する高分子材料からなる有機化合物を含む層を発光層に用いた発光素子を一例として説明する。

【0045】

図1(A)中、絶縁表面を有する基板10上に設けられたTFT(pチャネル型TFT)は、白色を発光するEL層20に流れる電流を制御する素子であり、13、14はソース領域またはドレイン領域である。基板10上には下地絶縁膜11(ここでは、下層を窒化絶縁膜、上層を酸化絶縁膜)が形成されており、ゲート電極15と活性層との間には、ゲート絶縁膜12が設けられている。また、16aは有機材料または無機材料からなる層間絶縁膜であり、16bは窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、窒化アルミニウム、または窒化酸化アルミニウムからなる保護膜である。また、ここでは図示しないが、一つの画素には、他にTFT(nチャネル型TFTまたはpチャネル型TFT)を一つ、または複数設けている。また、ここでは、一つのチャネル形成領域を有するTFTを示したが、特に限定されず、複数のチャネルを有するTFTとしてもよい。

10

【0046】

また、18a~18dは、第1の電極、即ち、有機発光素子の陽極(或いは陰極)であり、21は、導電膜からなる第2の電極、即ち、有機発光素子の陰極(或いは陽極)である。ここでは、18aとしてチタン膜、18bとして窒化チタン膜、18cとしてアルミニウムを主成分とする膜、18dとして窒化チタン膜として順に積層し、有機化合物を含む層20に接する18bを陽極として機能させる。また、同じ積層構造で電源供給線17も形成される。上記積層構造は、アルミニウムを主成分とする膜を含んでおり、低抵抗な配線とすることができ、ソース配線22なども同時に形成される。

20

【0047】

また、白色発光を得るため、有機化合物を含む層20として、正孔注入層として作用するポリ(エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホン酸)水溶液(PEDOT/PSS)を全面に塗布、焼成した後、発光層として作用する発光中心色素(1,1,4,4-テトラフェニル-1,3-ブタジエン(TPB)、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(DCM1)、ナイルレッド、クマリン6など)ドープしたポリビニルカルバゾール(PVK)溶液を全面に塗布、焼成する。なお、PEDOT/PSSは溶媒に水を用いており、有機溶剤には溶けない。従って、PVKをその上から塗布する場合にも、再溶解する心配はない。また、PEDOT/PSSとPVKは溶媒が異なるため、成膜室は同一のものを使用しないことが好ましい。また、有機化合物を含む層20を単層とすることもでき、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール(PVK)に電子輸送性の1,3,4-オキサジアゾール誘導体(PBD)を分散させてもよい。また、30wt%のPBDを電子輸送剤として分散し、4種類の色素(TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド)を適当量分散することで白色発光が得られる。

30

【0048】

また、赤色発光する有機化合物を含む膜や緑色発光する有機化合物を含む膜や青色発光する有機化合物を含む膜を適宜選択し、重ねて混色させることによって全体として白色発光を得ることも可能である。

【0049】

また、21としてCaF₂を蒸着法で膜厚1nm~10nm形成した後、最後にAl膜をスパッタ法または蒸着法により約10nmの膜厚で形成し、陰極として機能させる。陰極は、有機化合物を含む層20からの光を通過する膜厚、材料を適宜選択することが必要である。なお、本明細書中、陰極とは、仕事関数の小さい材料膜の単層膜だけでなく、仕事関数の小さい材料薄膜と導電膜との積層膜を含むものとする。

40

【0050】

第2の電極21としてAl膜を用いる構成とすると、有機化合物を含む層20と接する材料を酸化物以外の材料で形成することが可能となり、発光装置の信頼性を向上させることができる。なお、Al膜に代えて、第2の電極21として透明導電膜(ITO(酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金(In₂O₃ZnO)、酸化亜鉛(

50

ZnO)等)を用いてもよい。また、CaF₂に代えて薄い金属層(代表的にはMgAg、MgIn、AlLiなどの合金)としてもよい。

【0051】

また、第1の電極18の両端部およびそれらの間は絶縁物19(障壁またはバンクとも呼ばれる)で覆われている。本発明において、この絶縁物19の断面形状が重要である。この絶縁物19を形成するエッチング処理によって、第1の電極18の凹部形状が形成される。絶縁物19の上端部において曲面を有していない場合、絶縁物19の上端部において凸部が形成されてしまう成膜不良が発生しやすくなる。そこで、本発明は、絶縁物19の上端部に曲率半径を有する曲面を形成し、該曲面に合わせて第1の電極18c、18dの一部が露呈して斜面が形成され、発光領域となる領域に第1の電極18bが露呈するよう
10
にエッチング処理する。また、露呈した第1の電極18bの表面を平坦化する処理(CMP処理など)を行ってもよい。なお、曲率半径は、0.2μm~3μmとすることが好ましい。本発明により、有機化合物膜や金属膜のカバレッジを良好とすることができる。また、絶縁物19の側面におけるテーパ角度と、第1の電極18c、18dの斜面におけるテーパ角度は、ともに45°±10°とすればよい。

【0052】

例えば、絶縁物19としてポジ型のアクリル樹脂、第1の電極18aとしてTi=60nm、第1の電極18bとしてTiN=100nm、第1の電極18cとしてAl-Ti=350nm、第1の電極18dとしてTi=100nmとする場合、エッチング条件は、ICPエッチング装置を用い、反応ガスとしてBCl₃=60sccm、Cl₂=20sccm
20
を用い、1.9Paの圧力でコイル型の電極に450WのRF(13.56MHz)電力を投入し、基板側(試料ステージ)にも100WのRF(13.56MHz)電力を投入してドライエッチングを行い、Al-Ti(第1の電極18c)がエッチングされたところからさらに15秒のオーバーエッチングによってTiN(第1の電極18b)を露出させる。

【0053】

本発明において、有機化合物層20からの発光を第1の電極18c、18dの斜面で反射させて、図1(A)中に示した矢印方向におけるトータルの光の取り出し量を増加させることを特徴としている。

【0054】

また、図1(B)に示すように、導電膜(陰極)21の低抵抗化を図るため、導電膜21
30
上に補助電極23を設けてもよい。補助電極23は、蒸着マスクを用いた蒸着法によって選択的に形成すればよい。

【0055】

また、図示しないが、発光装置の信頼性を高めるために第2の電極21上に保護膜を形成することが好ましい。この保護膜はスパッタ法(DC方式やRF方式)により得られる窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、または炭素を主成分とする薄膜である。シリコンターゲットを用い、窒素とアルゴンを含む雰囲気中で形成すれば、窒化珪素膜が得られる。また、窒化シリコンターゲットを用いてもよい。また、保護膜は、リモートプラズマを用いた成膜装置を用いて形成してもよい。また、保護膜に発光を通過させるため
40
、保護膜の膜厚は、可能な限り薄くすることが好ましい。

【0056】

本発明において、前記炭素を主成分とする薄膜は膜厚3~50nmのDLC膜(Diamond like Carbon)であることを特徴としている。DLC膜は短距離秩序的には炭素間の結合として、SP³結合をもっているが、マクロ的にはアモルファス状の構造となっている。DLC膜の組成は炭素が70~95原子%、水素が5~30原子%であり、非常に硬く絶縁性に優れている。このようなDLC膜は、また、水蒸気や酸素などのガス透過率が低いという特徴がある。また、微少硬度計による測定で、15~25GPaの硬度を有することが知られている。

【0057】

DLC膜はプラズマCVD法(代表的には、RFプラズマCVD法、マイクロ波CVD法
50

、電子サイクロトロン共鳴（ECR）CVD法など）、スパッタ法などで形成することができる。いずれの成膜方法を用いても、密着性良くDLC膜を形成することができる。DLC膜は基板をカソードに設置して成膜する。または、負のバイアスを印加して、イオン衝撃をある程度利用して緻密で硬質な膜を形成できる。

【0058】

成膜に用いる反応ガスは、水素ガスと、炭化水素系のガス（例えば CH_4 、 C_2H_2 、 C_6H_6 など）とを用い、グロー放電によりイオン化し、負の自己バイアスがかかったカソードにイオンを加速衝突させて成膜する。こうすることにより、緻密で平滑なDLC膜を得ることができる。なお、このDLC膜は、可視光に対して透明もしくは半透明な絶縁膜である。

10

【0059】

本明細書において、可視光に対して透明とは可視光の透過率が80～100%であることを指し、可視光に対して半透明とは可視光の透過率が50～80%であることを指す。

【0060】

また、ここではトップゲート型TFEを例として説明したが、TFE構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型（逆スタガ型）TFEや順スタガ型TFEに適用することが可能である。

【0061】

（実施の形態2）

以下に、白色発光素子とカラーフィルターを組み合わせた方法（以下、カラーフィルター法とよぶ）について図5（A）により説明する。

20

【0062】

カラーフィルター法は、白色発光を示す有機化合物膜を有する発光素子を形成し、得られた白色発光をカラーフィルターに通すことで赤、緑、青の発光を得るという方式である。

【0063】

白色発光を得るためには、様々な方法があるが、ここでは塗布により形成可能な高分子材料からなる発光層を用いる場合について説明する。この場合、発光層となる高分子材料への色素ドーピングは溶液調整で行うことができ、複数の色素をドーピングする共蒸着を行う蒸着法に比べて極めて容易に得ることができる。

【0064】

具体的には、仕事関数の大きい金属（Pt、Cr、W、Ni、Zn、Sn、In）からなる陽極上に、正孔注入層として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）を全面に塗布、焼成した後、発光層として作用する発光中心色素（1,1,4,4-テトラフェニル-1,3-ブタジエン（TPB）、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（DCM1）、ナイルレッド、クマリン6など）ドーブしたポリビニルカルバゾール（PVK）溶液を全面に塗布、焼成した後、仕事関数の小さい金属（Li、Mg、Cs）を含む薄膜と、その上に積層した透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（ In_2O_3 、 ZnO ）、酸化亜鉛（ ZnO ）等）との積層からなる陰極を形成する。なお、PEDOT/PSSは溶媒に水を用いており、有機溶剤には溶けない。従って、PVKをその上から塗布する場合にも、再溶解する心配はない。また、PEDOT/PSSとPVKは溶媒が異なるため、成膜室は同一のものを使用しないことが好ましい。

30

40

【0065】

また、上記例では有機化合物層を積層とした例を示したが、有機化合物層を単層とすることもできる。例えば、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール（PVK）に電子輸送性の1,3,4-オキサジアゾール誘導体（PBD）を分散させてもよい。また、30wt%のPBDを電子輸送剤として分散し、4種類の色素（TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド）を適量分散することで白色発光が得られる。

【0066】

なお、有機化合物膜は、陽極と陰極の間に形成されており、陽極から注入された正孔と陰

50

極から注入された電子が有機化合物膜において再結合することにより、有機化合物膜において、白色発光が得られる。

【0067】

また、赤色発光する有機化合物膜や緑色発光する有機化合物膜や青色発光する有機化合物膜を適宜選択し、重ねて混色させることによって全体として白色発光を得ることも可能である。

【0068】

以上により形成される有機化合物膜は、全体として白色発光を得ることができる。

【0069】

上記有機化合物膜が白色発光する方向に赤色発光以外を吸収する着色層(R)、緑色発光以外を吸収する着色層(G)、青色発光以外を吸収する着色層(B)をそれぞれ設けたカラーフィルタを形成することにより、発光素子からの白色発光をそれぞれ分離して、赤色発光、緑色発光、青色発光として得ることができる。また、アクティブマトリクス型の場合には、基板とカラーフィルタの間にTFTが形成される構造となる。

10

【0070】

また、着色層(R, G, B)には、最も単純なストライプパターンをはじめとして、斜めモザイク配列、三角モザイク配列、RGBG四画素配列、もしくはRGBW四画素配列などを用いることができる。

【0071】

カラーフィルタを構成する着色層は、顔料を分散した有機感光材料からなるカラーレジストを用いて形成される。なお、白色発光の色度座標は $(x, y) = (0.34, 0.35)$ である。白色発光とカラーフィルタを組み合わせれば、フルカラーとしての色再現性は十分確保することができる。

20

【0072】

なお、この場合には、得られる発光色が異なっても、すべて白色発光を示す有機化合物膜で形成されていることから、発光色ごとに有機化合物膜を塗り分けて形成する必要がない。また、鏡面反射を防ぐ円偏光板も特に必要ないものとすることができる。

【0073】

次に青色発光性の有機化合物膜を有する青色発光素子と蛍光性の色変換層を組み合わせることにより実現されるCCM法(color changing mediums)について図5(B)により説明する。

30

【0074】

CCM法は、青色発光素子から出射された青色発光で蛍光性の色変換層を励起し、それぞれの色変換層で色変換を行う。具体的には色変換層で青色から赤色への変換(B→R)、色変換層で青色から緑色への変換(B→G)、色変換層で青色から青色への変換(B→B)(なお、青色から青色への変換は行わなくても良い。)を行い、赤色、緑色及び青色の発光を得るというものである。CCM法の場合にも、アクティブマトリクス型の場合には、基板と色変換層の間にTFTが形成される構造となる。

【0075】

なお、この場合にも有機化合物膜を塗り分けて形成する必要がない。また、鏡面反射を防ぐ円偏光板も特に必要ないものとすることができる。

40

【0076】

また、CCM法を用いる場合には、色変換層が蛍光性であるため外光により励起され、コントラストを低下させる問題があるので、図5(C)に示したようにカラーフィルタを装着するなどしてコントラストを上げるようにすると良い。

【0077】

また、本実施の形態は、実施の形態1と組み合わせることが可能である。

【0078】

(実施の形態3)

ここでは、ELモジュールの全体および乾燥剤の配置に関して図4で説明する。なお、図

50

4 (A) は、E L モジュールの上面図であり、図 4 (B) は、断面図の一部である。

【0079】

無数の T F T が設けられた基板 (T F T 基板とも呼ぶ) には、表示が行われる画素部 4 0 と、画素部の各画素を駆動させる駆動回路 4 1 a、4 1 b と、E L 層上に設けられる電極と引き出し配線とを接続する接続部と、外部回路と接続するために F P C を貼り付ける端子部 4 2 と、乾燥剤 4 4 とが設けられている。また、図 4 (A) および図 4 (B) では一部と重なるように配置されているが、図 4 (C) に示すように乾燥剤によって駆動回路の全部が隠れるように配置してもよい。また、E L 素子を封止するための基板と、シール材 4 9 とによって密閉する。また、図 4 (B) は、図 4 (A) 中における鎖線 A - A' で切断した場合の断面図である。

10

【0080】

画素部 4 0 には規則的に画素が無数に配置されており、ここでは図示しないが、X 方向に R、G、B の順で配置されている。

【0081】

また、図 4 (B) に示すように、約 2 ~ 3 0 μm の間隔が保たれるようにシール材 4 9 によって封止基板 4 8 が貼りつけられており、全ての発光素子は密閉されている。封止基板 4 8 にはサンドブラスト法などによって凹部が形成されており、その凹部に乾燥剤が配置されている。なお、シール材 4 9 は、駆動回路の一部と重なるようにして狭額縁化させることが好ましい。シール材 4 9 によって封止基板 4 8 を貼りつける直前には真空でアニールを行って脱気を行うことが好ましい。また、封止基板 4 8 を貼りつける際には、不活性

20

【0082】

また、本実施の形態は、実施の形態 1 または実施の形態 2 と自由に組み合わせることができる。

【0083】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

【0084】

(実施例)

[実施例 1]

本実施例では、本発明の発光素子の形成手順の一例を簡略に図 2、および図 3 を用いて以下に説明する。

30

【0085】

まず、絶縁表面を有する基板 3 0 上に下地絶縁膜 3 1 を形成する。

【0086】

下地絶縁膜 3 1 は、1 層目としてプラズマ C V D 法を用い、S i H₄、N H₃、及び N₂ O を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜を 1 0 ~ 2 0 0 n m (好ましくは 5 0 ~ 1 0 0 n m) 形成する。ここでは、膜厚 5 0 n m の酸化窒化シリコン膜 (組成比 S i = 3 2 %、O = 2 7 %、N = 2 4 %、H = 1 7 %) を形成する。次いで、下地絶縁膜の 2 層目としては、プラズマ C V D 法を用い、S i H₄ 及び N₂ O を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜を 5 0 ~ 2 0 0 n m (好ましくは 1 0 0 ~ 1 5 0 n m) の厚さに積層形成する。ここでは、膜厚 1 0 0 n m の酸化窒化シリコン膜 (組成比 S i = 3 2 %、O = 5 9 %、N = 7 %、H = 2 %) を形成する。本実施例では下地絶縁膜 3 1 として 2 層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または 3 層以上積層させた構造を用いても良い。

40

【0087】

次いで、下地膜上に半導体層を形成する。T F T の活性層となる半導体層は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段 (スパッタ法、L P C V D 法、またはプラズマ C V D 法等) により成膜した後、公知の結晶化処理 (レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等) を行って得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターンニングして形成する。この半導体層の厚さは 2 5 ~ 8 0 n m (好ましくは 3 0 ~ 6 0

50

nm)の厚さで形成する。結晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくはシリコンまたはシリコンゲルマニウム合金などで形成すると良い。

【0088】

また、レーザー結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザーやYAGレーザー、YVO₄レーザーを用いることができる。これらのレーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザー光を光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いると良い。結晶化の条件は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数30Hzとし、レーザーエネルギー密度を100~400mJ/cm²(代表的には200~300mJ/cm²)とする。また、YAGレーザーを用いる場合にはその第2高調波を用いパルス発振周波数1~10kHzとし、レーザーエネルギー密度を300~600mJ/cm²(代表的には350~500mJ/cm²)とすると良い。そして幅100~1000μm、例えば400μmで線状に集光したレーザー光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザー光の重ね合わせ率(オーバーラップ率)を80~98%として行えばよい。

10

【0089】

次いで、半導体層の表面をフッ酸を含むエッチャントで洗浄し、半導体層を覆うゲート絶縁膜33を形成する。ゲート絶縁膜33はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40~150nmとしてシリコンを含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により115nmの厚さで酸化窒化シリコン膜(組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%)で形成する。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

20

【0090】

次いで、ゲート絶縁膜33の表面を洗浄した後、ゲート電極を形成する。

【0091】

次いで、半導体にp型を付与する不純物元素(Bなど)、ここではボロンを適宜添加して、ソース領域及びドレイン領域32を形成する。添加した後、不純物元素を活性化するために加熱処理、強光の照射、またはレーザー光の照射を行う。また、活性化と同時にゲート絶縁膜へのプラズマダメージやゲート絶縁膜と半導体層との界面へのプラズマダメージを回復することができる。特に、室温~300の雰囲気中において、表面または裏面からYAGレーザーの第2高調波を照射して不純物元素を活性化させることは非常に有効である。YAGレーザーはメンテナンスが少ないため好ましい活性化手段である。

30

【0092】

以降の工程は、有機材料または無機材料(塗布シリコン酸化膜、PSG(リン添加ガラス)、BPSG(ボロンとリンを添加したガラス)などを含む)からなる層間絶縁膜35を形成し、水素化を行った後、ソース領域、またはドレイン領域に達するコンタクトホールを形成する。次いで、ソース電極(配線)、第1の電極(ドレイン電極)36を形成してTFT(pチャンネル型TFT)を完成させる。

【0093】

また、本実施例ではpチャンネル型TFTを用いて説明したが、p型不純物元素に代えてn型不純物元素(P、As等)を用いることによってnチャンネル型TFTを形成することができることは言うまでもない。

40

【0094】

また、本実施例ではトップゲート型TFTを例として説明したが、TFT構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型(逆スタガ型)TFTや順スタガ型TFTに適用することが可能である。

【0095】

以上の工程で、TFT(ここではドレイン領域32しか図示しない)、ゲート絶縁膜33、層間絶縁膜35、第1の電極36a~36dを形成する。(図3(A))

【0096】

50

本実施例では、第1の電極36a~36dは、Ti、TiN、TiSi_xN_y、Al、Ag、Ni、W、WSi_x、WN_x、WSi_xN_y、Ta、Ta_xN_y、TaSi_xN_y、NbN、MoN、Cr、Pt、Zn、Sn、In、またはMoから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料を主成分とする膜またはそれらの積層膜を総膜厚100nm~800nmの範囲で用いればよい。

【0097】

特に、ドレイン領域32に接する第1の電極36aは、シリコンとのオーミック接触が形成可能な材料、代表的にはチタンが好ましく、膜厚10~100nmの範囲とすればよい。また、第1の電極36bは、薄膜とした場合に仕事関数の大きい材料(TiN、Ta_xN_y、MoN、Pt、Cr、W、Ni、Zn、Sn)が好ましく、膜厚10~100nmの範囲とすればよい。また、第1の電極36cは、光を反射する金属材料、代表的にはAlまたはAgを主成分とする金属材料が好ましく、膜厚100~600nmの範囲とすればよい。なお、第1の電極36bは、第1の電極36cと第1の電極36aの合金化を防ぐブロッキング層としても機能している。また、第1の電極36dは、第1の電極36cの酸化防止、腐食防止、またはヒロック等の発生を防止する材料、代表的には窒化金属(TiN、WNなど)が好ましく、膜厚20~100nmの範囲とすればよい。

10

【0098】

また、第1の電極36a~36dは、他の配線、例えば、ソース配線34、電源供給線などと同時に形成することができる。従って、フォトマスク数の少ないプロセス(半導体層のパターニングマスク(1枚目)、ゲート配線のパターニングマスク(2枚目)、n型の不純物元素を選択的に添加するためのドーピングマスク(3枚目)、p型の不純物元素を選択的に添加するためのドーピングマスク(4枚目)、半導体層に達するコンタクトホール形成のマスク(5枚目)、第1の電極およびソース配線および電源供給線のパターニングマスク(6枚目)、絶縁物の形成マスク(7枚目)の合計7枚)とすることができる。従来では、ソース配線や電源供給線とは異なる層に第1の電極を形成するため、第1の電極のみを形成するマスクが必要であり、合計8枚となっていた。また、第1の電極36a~36dと配線とを同時に形成する場合には配線としてのトータルの電気抵抗値が低いことが望ましい。

20

【0099】

次いで、第1の電極の端部(およびドレイン領域32とのコンタクト部分)を覆う絶縁物(バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる)を形成する。(図3(B))絶縁物としては、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、感光性または非感光性の有機材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジストまたはベンゾシクロブテン)、またはこれらの積層などを用いることができるが、本実施例では感光性の有機樹脂を用いる。例えば、絶縁物の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物の上端部のみに曲率半径を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

30

【0100】

次いで、図3(C)に示すように絶縁物をエッチングしながら、第1の電極36c、36dを部分的に除去する。第1の電極36cの露出面に傾斜面が形成され、且つ、第1の電極36bの露出面が平坦になるようにエッチングを行うことが重要である。このエッチングは、ドライエッチングまたはウエットエッチングにより、1回または複数回に分けて行えばよく、第1の電極36bと第1の電極36cとで選択比の高い条件を選択する。そして、最終的な、絶縁物の上端部の曲率半径は、0.2μm~3μmとすることが好ましい。また、最終的に第1の電極の中央部に向かう傾斜面の角度(傾斜角度、テーパ角度)は、30°を超え、70°未満とし、後に形成する有機化合物を含む層からの発光を反射させる。

40

【0101】

次いで、有機化合物を含む層38を蒸着法または塗布法を用いて形成する。例えば、蒸着

50

法を用いる場合、真空度が 5×10^{-3} Torr (0.665 Pa) 以下、好ましくは $10^{-4} \sim 10^{-6}$ Paまで真空排気された成膜室で蒸着を行う。蒸着の際、予め、抵抗加熱により有機化合物は気化されており、蒸着時にシャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。気化された有機化合物は、上方に飛散し、メタルマスクに設けられた開口部を通じて基板に蒸着される。蒸着により積層することによって発光素子全体として白色を示す有機化合物を含む層を形成する。

【0102】

例えば、Alq₃、部分的に赤色発光色素であるナイルレッドをドーブしたAlq₃、Alq₃、p-EtTAZ、TPD（芳香族ジアミン）を順次積層することで白色を得ることができる。

10

【0103】

また、スピンコートを用いた塗布法により有機化合物を含む層を形成する場合、塗布した後、真空加熱で焼成することが好ましい。例えば、正孔注入層として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）を全面に塗布、焼成し、その後、発光層として作用する発光中心色素（1,1,4,4-テトラフェニル-1,3-ブタジエン（TPB）、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（DCM1）、ナイルレッド、クマリン6など）ドーブしたポリビニルカルバゾール（PVK）溶液を全面に塗布、焼成すればよい。

【0104】

20

また、上記例では有機化合物層を積層とした例を示したが、有機化合物層を単層とすることもできる。例えば、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール（PVK）に電子輸送性の1,3,4-オキサジアゾール誘導体（PBD）を分散させてもよい。また、30wt%のPBDを電子輸送剤として分散し、4種類の色素（TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド）を適量分散することで白色発光が得られる。また、有機化合物層として高分子材料からなる層と、低分子材料からなる層とを積層してもよい。

【0105】

次いで、仕事関数の小さい金属（MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、CaNなどの合金、または周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜）を含む薄膜と、その上に薄い導電膜（ここではアルミニウム膜）39とを蒸着して積層する。（図2（B））アルミニウム膜は水分や酸素をブロッキングする能力が高い膜であり、発光装置の信頼性を向上させる上で導電膜39に好ましい材料である。なお、図2（B）は図2（A）中の鎖線A-A'の断面を示している。この積層膜は、発光を通過するのに十分な薄さを有しており、本実施例では陰極として機能させる。また、薄い導電膜に代えて、透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（In₂O₃ ZnO）、酸化亜鉛（ZnO）等）を用いてもよい。また、陰極の低抵抗化を図るため、導電膜39上に補助電極を設けてもよい。また、陰極形成の際には蒸着による抵抗加熱法を用い、蒸着マスクを用いて選択的に形成すればよい。

30

【0106】

こうして得られる発光素子は、図2（B）中の矢印方向に白色発光を示し、第1の電極36cの傾斜面で横方向の発光を反射して矢印方向の発光量を増加させることができる。

40

【0107】

以上の工程で第2の電極（導電膜39）までを形成した後は、基板30上に形成された発光素子を封止するためにシール剤により封止基板（透明基板）を貼り合わせる。なお、封止基板と発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤の内側の空間には窒素等の不活性気体が充填されている。なお、シール剤としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール剤はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。さらに、空間の内部に酸素や水を吸収する効果をもつ物質（乾燥剤など）を含有させても良い。

【0108】

50

以上のようにして発光素子を空間に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0109】

[実施例2]

本実施例では、補助電極を形成する例を図6～図8を用いて以下に説明する。

【0110】

図6(A)は画素の上面図であり、鎖線A-A'で切断した断面図が図6(B)である。

【0111】

本実施例は、絶縁物67を形成するまでの工程は、実施例1と同一であるため、ここでは省略する。図2(B)における絶縁物37が図6(B)中の絶縁物67に対応している。

10

【0112】

実施例1に従って、絶縁表面を有する基板上に下地絶縁膜、ドレイン領域62、ゲート絶縁膜63、層間絶縁膜65、第1の電極66a～66d、絶縁物67を形成する。

【0113】

次いで、有機化合物を含む層68を選択的に形成する。本実施例では蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法などによって選択的に有機化合物を含む層68を形成する。

【0114】

次いで、絶縁物67上に補助電極60を蒸着マスクを用いた蒸着法により選択的に形成する。補助電極60の膜厚は、 $0.2\mu\text{m}$ ～ $0.5\mu\text{m}$ の範囲で設定すればよい。本実施例では、図6(A)示すようにY方向に補助電極60を配置する例を示したが、特に限定されず、図7に示すようにX方向に補助電極70を配置してもよい。なお、図7中に示す鎖線鎖線A-A'で切断した断面図は図2(B)と同一となる。

20

【0115】

また、図8に図7に対応するパネルの外観図を示す。補助電極(補助配線)70は図8に示すように引き回されており、画素部82とソース側駆動回路83との間の領域で引き回し配線87と接するように形成する。なお、図8において、82は画素部、83はソース側駆動回路、84、85はゲート側駆動回路、86は電源供給線である。また、第1の電極と同時に形成される配線は、電源供給線86、引き回し配線87、ソース配線である。

30

【0116】

次いで、実施例1と同様に仕事関数の小さい金属(MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、CaNなどの合金、または周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜)を含む薄膜と、その上に薄い導電膜(ここではアルミニウム膜)69とを蒸着して積層する。この積層膜は、発光を通過するのに十分な薄さを有しており、本実施例では陰極として機能させる。また、薄い導電膜に代えて、透明導電膜(ITO(酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金(In₂O₃ZnO)、酸化亜鉛(ZnO)等)を用いてもよい。また、本実施例では、陰極の低抵抗化を図るため、導電膜69と接するように絶縁物67上に補助電極60を設ける。

40

【0117】

こうして得られる発光素子は、図6(B)中の矢印方向に白色発光を示し、第1の電極66cの傾斜面で横方向の発光を反射して矢印方向の発光量を増加させることができる。

【0118】

また、本実施例は、補助電極60、70を形成することによって、陰極の低抵抗化を図っているため、画素部のサイズが大きいものにも適用することができる。

【0119】

また、本実施例では、有機化合物を含む層68を形成した後、補助電極60を形成した例を示したが、形成順序は特に限定されず、補助電極60を形成した後、有機化合物を含む層を形成してもよい。

50

【 0 1 2 0 】

また、本実施例は、実施の形態 1 乃至 3、実施例 1 のいずれか一と自由に組見合わせることができる。

【 0 1 2 1 】

[実施例 3]

本実施例では、アクティブマトリクス型発光装置全体の外觀図について図 9 に説明する。なお、図 9 (A) は、発光装置を示す上面図、図 9 (B) は図 9 (A) を A - A ' で切断した断面図である。点線で示された 9 0 1 はソース信号線駆動回路、9 0 2 は画素部、9 0 3 はゲート信号線駆動回路である。また、9 0 4 は封止基板、9 0 5 はシール剤であり、シール剤 9 0 5 で囲まれた内側は、空間 9 0 7 になっている。

10

【 0 1 2 2 】

なお、9 0 8 はソース信号線駆動回路 9 0 1 及びゲート信号線駆動回路 9 0 3 に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となる F P C (フレキシブルプリントサーキット) 9 0 9 からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここでは F P C しかならぬが、この F P C にはプリント配線基盤 (P W B) が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それに F P C もしくは P W B が取り付けられた状態をも含むものとする。

【 0 1 2 3 】

次に、断面構造について図 9 (B) を用いて説明する。基板 9 1 0 上には駆動回路及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路としてソース信号線駆動回路 9 0 1 と画素部 9 0 2 が示されている。

20

【 0 1 2 4 】

なお、ソース信号線駆動回路 9 0 1 は n チャネル型 T F T 9 2 3 と p チャネル型 T F T 9 2 4 とを組み合わせた C M O S 回路が形成される。また、駆動回路を形成する T F T は、公知の C M O S 回路、 P M O S 回路もしくは N M O S 回路で形成しても良い。また、本実施例では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。

【 0 1 2 5 】

また、画素部 9 0 2 はスイッチング用 T F T 9 1 1 と、電流制御用 T F T 9 1 2 とそのドレインに電気的に接続された第 1 の電極 (陽極) 9 1 3 を含む複数の画素により形成される。

30

【 0 1 2 6 】

また、第 1 の電極 (陽極) 9 1 3 の両端には絶縁層 9 1 4 が形成され、絶縁層 9 1 4 の側面に沿って第 1 の電極の一部が斜面を有している。この第 1 の電極の斜面は絶縁層 9 1 4 の形成時に同時に形成する。この斜面で有機化合物を含む層 9 1 5 で発光した光を反射させて、図 9 中に矢印で示す発光方向の発光量を増大させる。

【 0 1 2 7 】

また、第 1 の電極 (陽極) 9 1 3 上には有機化合物を含む層 9 1 5 を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層 9 1 5 上には第 2 の電極 (陰極) 9 1 6 が形成される。これにより、第 1 の電極 (陽極) 9 1 2、有機化合物を含む層 9 1 5、及び第 2 の電極 (陰極) 9 1 6 からなる発光素子 9 1 8 が形成される。ここでは発光素子 9 1 8 は白色発光とする例であるので着色層 9 3 1 と B M 9 3 2 からなるカラーフィルター (簡略化のため、ここではオーバーコート層は図示しない) が設けている。

40

【 0 1 2 8 】

また、絶縁層 9 1 4 上には実施例 2 に示した構成の一部である第 3 の電極 (補助電極) 9 1 7 が形成されており、第 2 の電極の低抵抗化を実現している。また、第 2 の電極 (陰極) 9 1 6 は全画素に共通の配線としても機能し、第 3 の電極 9 1 7 および接続配線 9 0 8 を経由して F P C 9 0 9 に電気的に接続されている。

【 0 1 2 9 】

また、基板 9 1 0 上に形成された発光素子 9 1 8 を封止するためにシール剤 9 0 5 により

50

封止基板 904 を貼り合わせる。なお、封止基板 904 と発光素子 918 との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤 905 の内側の空間 907 には窒素等の不活性気体が充填されている。なお、シール剤 905 としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール剤 905 はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。さらに、空間 907 の内部に酸素や水を吸収する効果をもつ物質を含有させても良い。

【0130】

また、本実施例では封止基板 904 を構成する材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。また、シール剤 905 を用いて封止基板 904 を接着した後、さらに側面 (露呈面) を覆うようにシール剤で封止することも可能である。

10

【0131】

以上のようにして発光素子を空間 907 に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0132】

また、本実施例は実施の形態 1 乃至 3、実施例 1、実施例 2 と自由に組み合わせることができる。

【0133】

[実施例 4]

本発明を実施することによって有機発光素子を有するモジュール (アクティブマトリクス型 EL モジュール) を組み込んだ全ての電子機器が完成される。

20

【0134】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ (ゴーグル型ディスプレイ)、カーナビゲーション、プロジェクタ、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末 (モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等) などが挙げられる。それらの一例を図 10、図 11 に示す。

【0135】

図 10 (A) はパーソナルコンピュータであり、本体 2001、画像入力部 2002、表示部 2003、キーボード 2004 等を含む。

30

【0136】

図 10 (B) はビデオカメラであり、本体 2101、表示部 2102、音声入力部 2103、操作スイッチ 2104、バッテリー 2105、受像部 2106 等を含む。

【0137】

図 10 (C) はモバイルコンピュータ (モバイルコンピュータ) であり、本体 2201、カメラ部 2202、受像部 2203、操作スイッチ 2204、表示部 2205 等を含む。

【0138】

図 10 (D) はゴーグル型ディスプレイであり、本体 2301、表示部 2302、アーム部 2303 等を含む。

40

【0139】

図 10 (E) はプログラムを記録した記録媒体 (以下、記録媒体と呼ぶ) を用いるプレーヤーであり、本体 2401、表示部 2402、スピーカ部 2403、記録媒体 2404、操作スイッチ 2405 等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体として DVD (Digital Versatile Disc)、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。

【0140】

図 10 (F) はデジタルカメラであり、本体 2501、表示部 2502、接眼部 2503、操作スイッチ 2504、受像部 (図示しない) 等を含む。

【0141】

50

図 1 1 (A) は携帯電話であり、本体 2 9 0 1、音声出力部 2 9 0 2、音声入力部 2 9 0 3、表示部 2 9 0 4、操作スイッチ 2 9 0 5、アンテナ 2 9 0 6、画像入力部 (C C D、イメージセンサ等) 2 9 0 7 等を含む。

【 0 1 4 2 】

図 1 1 (B) は携帯書籍 (電子書籍) であり、本体 3 0 0 1、表示部 3 0 0 2、3 0 0 3、記憶媒体 3 0 0 4、操作スイッチ 3 0 0 5、アンテナ 3 0 0 6 等を含む。

【 0 1 4 3 】

図 1 1 (C) はディスプレイであり、本体 3 1 0 1、支持台 3 1 0 2、表示部 3 1 0 3 等を含む。

【 0 1 4 4 】

ちなみに図 1 1 (C) に示すディスプレイは中小型または大型のもの、例えば 5 ~ 2 0 インチの画面サイズのものである。また、このようなサイズの表示部を形成するためには、基板の一辺が 1 m のものを用い、多面取りを行って量産することが好ましい。中小型または大型のものとする場合、実施例 2 または実施例 3 に示した補助電極を形成することが好ましい。

【 0 1 4 5 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器の作製方法に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施の形態 1 乃至 3、実施例 1 乃至 3 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【 0 1 4 6 】

【発明の効果】

本発明により、有機化合物を含む層からの発光のうち、横方向 (基板面と平行な方向) の発光を第 1 の電極の段差部分に形成された斜面で反射させて、ある一方向 (第 2 の電極を通過する方向) に取り出すトータルの発光量を増加させることができる。即ち、迷光などの発光のロスが少ない発光装置を実現することができる。

【 0 1 4 7 】

また、本発明の構成は、トータルのマスク数が少ない作製プロセスとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 を示す図。

【図 2】 実施例 1 を示す図。

【図 3】 実施例 1 を示す図。

【図 4】 実施の形態 3 を示す図。

【図 5】 実施の形態 2 を示す図。

【図 6】 実施例 2 を示す図。

【図 7】 実施例 2 を示す図。

【図 8】 実施例 2 を示す図。

【図 9】 実施例 3 を示す図。

【図 1 0】 電子機器の一例を示す図。

【図 1 1】 電子機器の一例を示す図。

【図 1 2】 Ti を微量に含むアルミニウム膜の反射率と、TiN 膜 (1 0 0 n m) の反射率を示すグラフ。

【図 1 3】 UV オゾン処理時間とともに仕事関数の変化を示すグラフ。

10

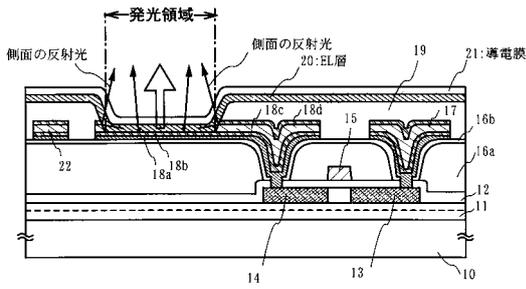
20

30

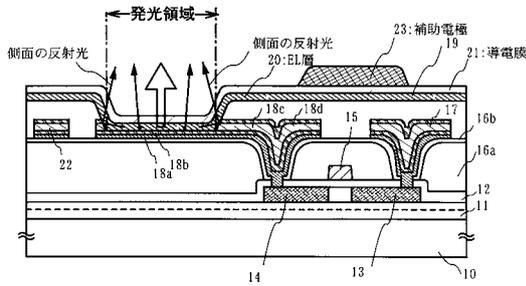
40

【図1】

(A)

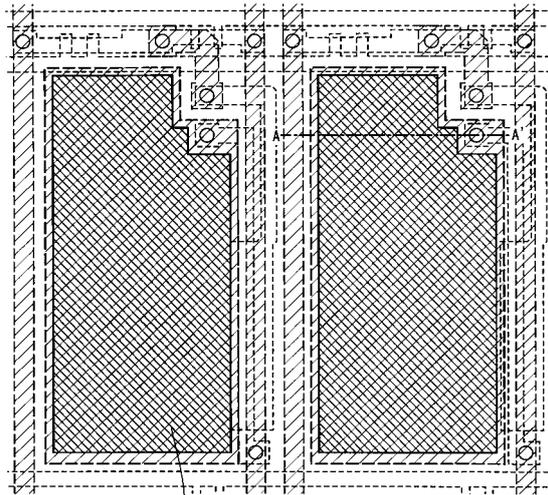


(B)

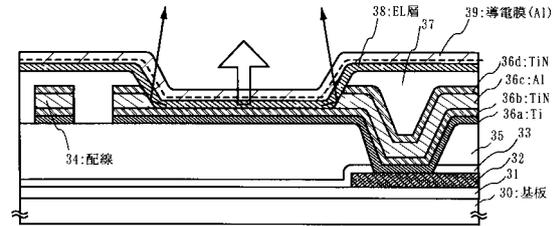


【図2】

(A)

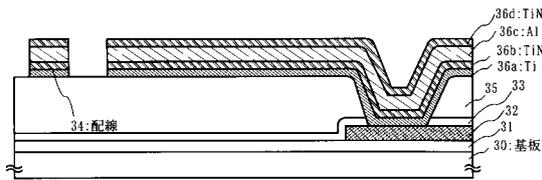


(B) A-A' 断面図

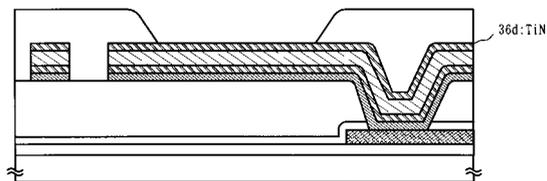


【図3】

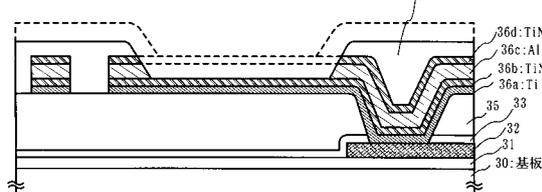
(A)



(B)

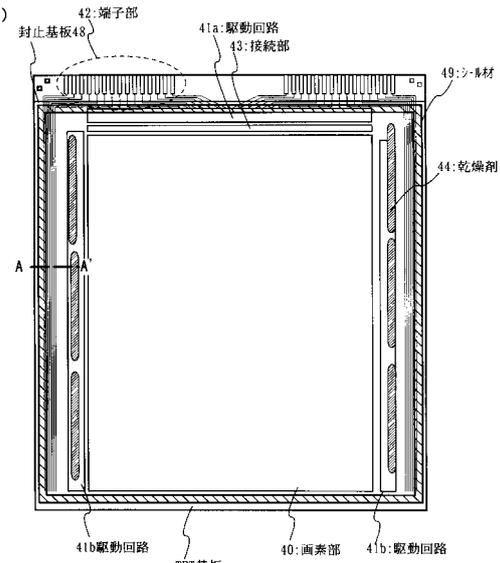


(C)



【図4】

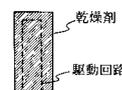
(A)



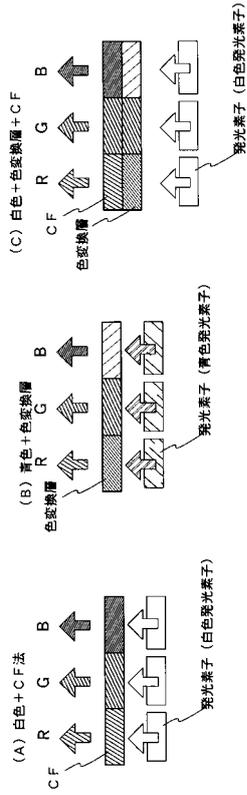
(B) A-A' 断面図



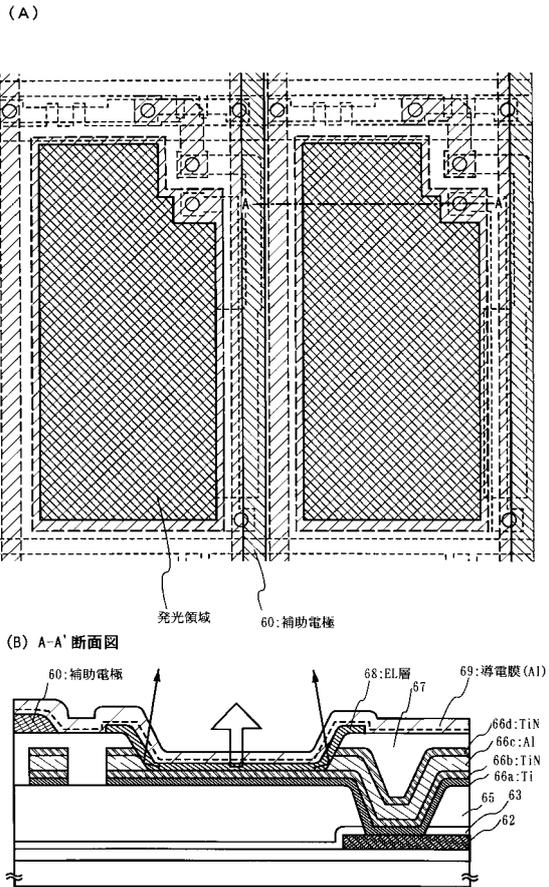
(C)



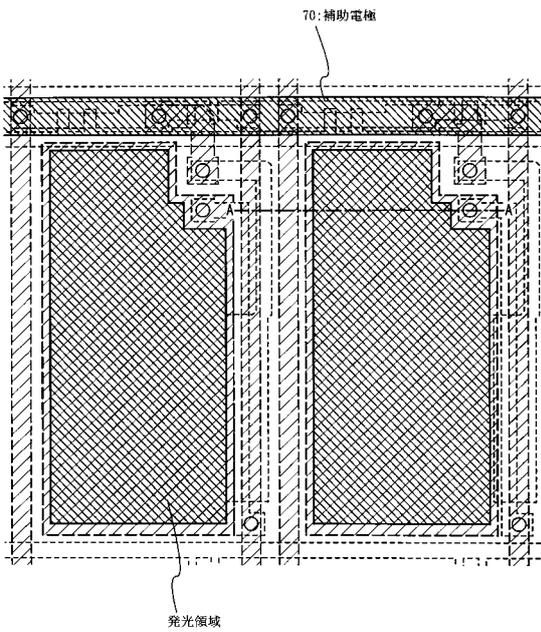
【図5】



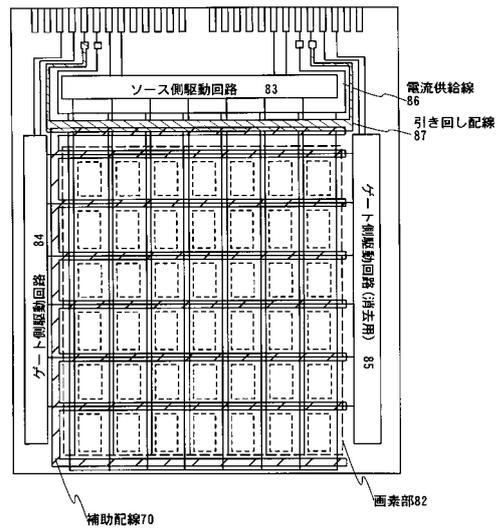
【図6】



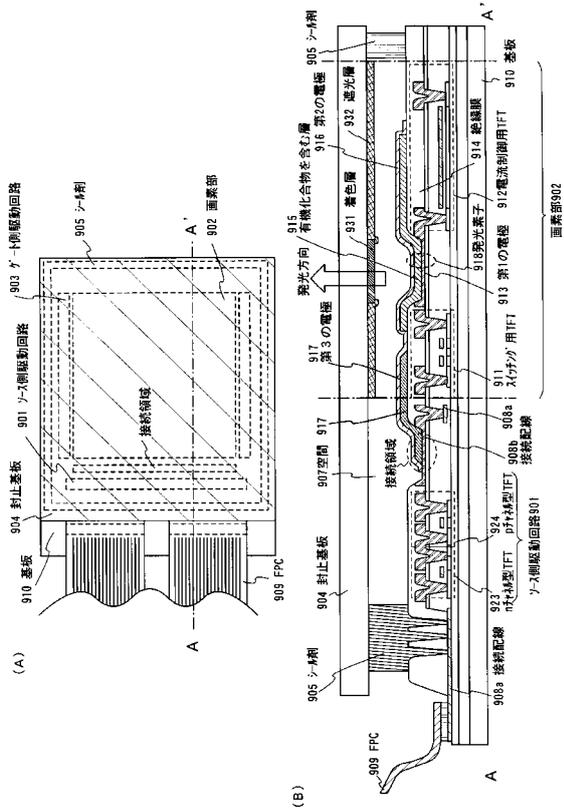
【図7】



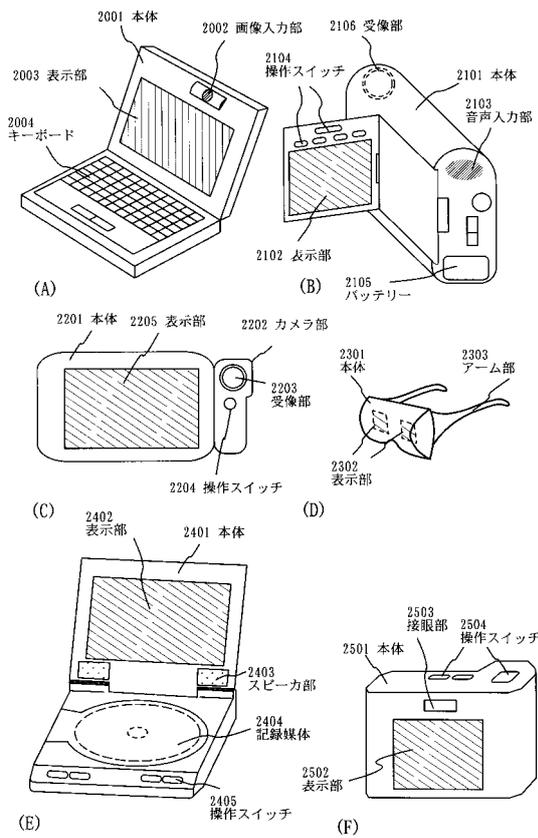
【図8】



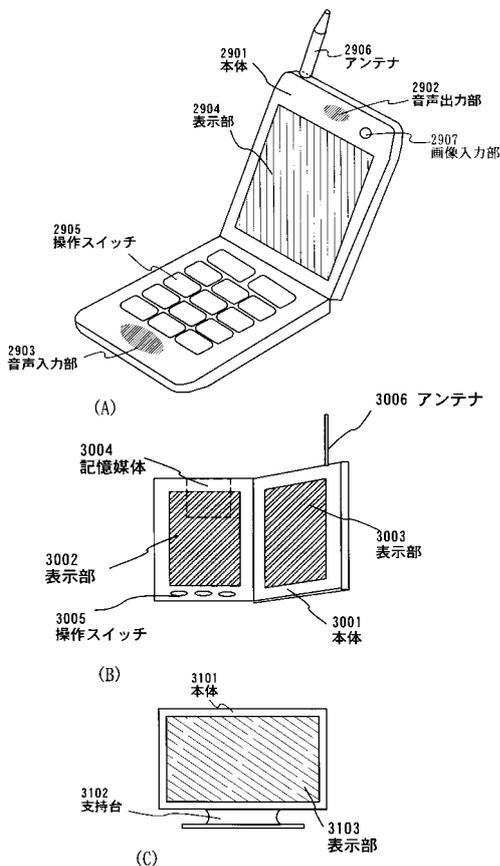
【図9】



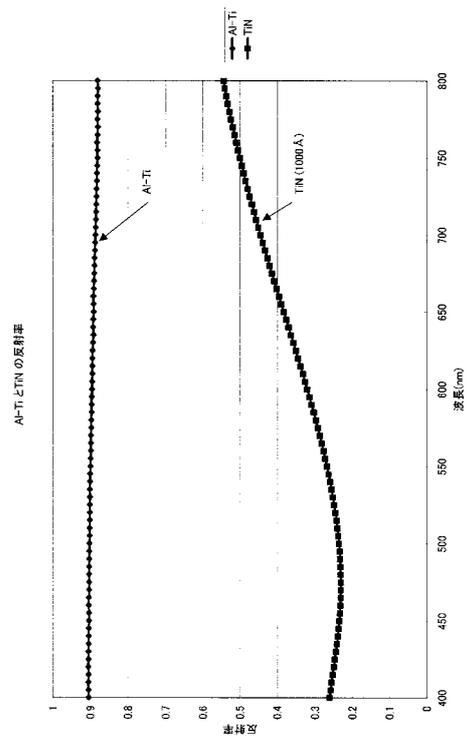
【図10】



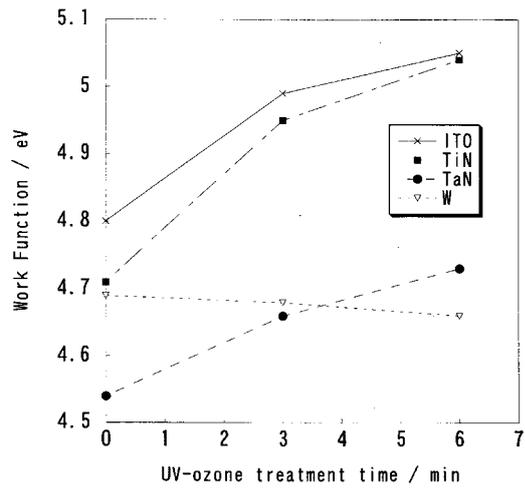
【図11】



【図12】



【 図 13 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 F 9/30 (2006.01) G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z
H 0 1 L 27/32 (2006.01)

(56)参考文献 特開平10-289784(JP,A)
特開2001-043980(JP,A)
特開2001-332388(JP,A)
特開2000-077181(JP,A)
特開2003-017273(JP,A)
国際公開第01/063975(WO,A1)
特開2002-198182(JP,A)
特開2001-351787(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/26
G09F 9/30
H01L 27/32
H01L 51/50
H05B 33/10
H05B 33/12
H05B 33/22