

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-95551

(P2004-95551A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H05B 33/04

H05B 33/10

H05B 33/14

F I

H05B 33/04

H05B 33/10

H05B 33/14

テーマコード (参考)

3K007

A

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2003-290353 (P2003-290353)  
(22) 出願日 平成15年8月8日 (2003.8.8)  
(31) 優先権主張番号 特願2002-233691 (P2002-233691)  
(32) 優先日 平成14年8月9日 (2002.8.9)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 高山 徹  
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  
Fターム(参考) 3K007 AB08 AB11 AB12 AB13 AB18  
BA06 BB01 BB02 BB05 DB03  
FA01 FA02

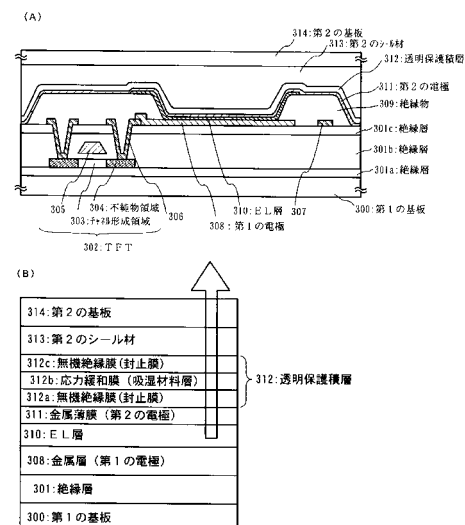
(54) 【発明の名称】 発光装置およびその作製方法

## (57) 【要約】

【課題】 本発明は、有機化合物を有する発光素子における寿命を長くすることを課題とする。

【解決手段】 本発明は、水分から発光素子を保護するために陰極上に無機絶縁膜312aと、透明性、且つ吸湿性を有する応力緩和層312bと、無機絶縁膜312cとを繰り返し積層する構造とする。透明性、且つ吸湿性を有する応力緩和層312bは、陰極と陽極との間に挟まれている有機化合物を含む層310と同じ材料からなる膜、あるいは蒸着法で形成可能な膜、或いは塗布法で形成可能な膜を用いる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

絶縁表面を有する基板上に陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を備えた発光装置であって、

前記発光素子は、第 1 の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層で覆われていることを特徴とする発光装置。

## 【請求項 2】

陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第 1 の基板上に設けられた前記発光素子は、第 1 の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層で覆われており、 10

前記発光素子からの発光は、前記第 2 の基板を通過させて使用者に認識させることを特徴とする発光装置。

## 【請求項 3】

陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第 1 の基板上に設けられた前記発光素子は、第 1 の無機絶縁膜と、吸湿性を有する膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層で覆われており、

前記発光素子からの発光は、前記第 1 の基板を通過させて使用者に認識させることを特徴とする発光装置。 20

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、前記第 1 の無機絶縁膜または前記第 2 の無機絶縁膜よりも応力が小さい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 の無機絶縁膜または前記第 2 の無機絶縁膜は、窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜、DLC 膜、CN 膜、またはこれらの積層であることを特徴とする発光装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、前記第 1 の無機絶縁膜または前記第 2 の無機絶縁膜は、シリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜であることを特徴とする発光装置。 30

## 【請求項 7】

請求項 2 乃至 6 のいずれか一において、前記第 1 の基板上には発光素子と、該発光素子と接続する T F T が設けられてい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、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、蒸着法により得られる材料膜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 8 のいずれか一において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、前記陰極と前記陽極とで挟まれた有機化合物を含む層を構成する多層のうち、少なくとも一層と同一材料であることを特徴とする発光装置。 40

## 【請求項 10】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、塗布法により得られる有機化合物を含む高分子材料膜であることを特徴とする発光装置。

## 【請求項 11】

陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第 1 の基板または前記第 2 の基板に接して第 1 の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層が設けられていることを特徴とする発光装置 50

。

【請求項 1 2】

陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第 1 の基板または前記第 2 の基板に接してシリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜が設けられていることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 において、前記窒化珪素膜は、エッチング速度が  $9 \text{ nm/min}$  以下、且つ、水素濃度が  $1 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  以下、且つ、酸素濃度が  $5 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$  であることを特徴とする発光装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれか一において、前記第 1 の基板または前記第 2 の基板はプラスチック基板であることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 4 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、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 1 6】

絶縁表面を有する基板上に陰極と、有機化合物を含む層と、陽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、

20

前記基板上に T F T と、該 T F T に接続する陽極とを形成する工程と、

前記陽極上に有機化合物を含む層を形成する工程と、

前記有機化合物を含む層上に陰極を形成する工程と、

前記陰極上に第 1 の無機絶縁膜を形成する工程と、

前記第 1 の無機絶縁膜上に吸湿性、且つ、透明性を有する膜を形成する工程と、

前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜上に第 2 の無機絶縁膜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。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 において、前記有機化合物を含む層を形成する工程と、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜を形成する工程は、抵抗加熱による蒸着法を用いることを特徴とする発光装置の作製方法。

30

【請求項 1 8】

請求項 1 6 または請求項 1 7 において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、前記陰極と前記陽極とで挟まれた有機化合物を含む層を構成する多層のうち、少なくとも一層と同一材料であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 6 乃至 1 8 のいずれか一において、前記第 1 の無機絶縁膜または前記第 2 の無機絶縁膜は、シリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2 0】

40

絶縁表面を有する基板上に陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を備えた発光装置であって、

前記発光素子は、吸湿性、且つ、透明性を有する第 1 の膜と、第 1 の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する第 2 の膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層で覆われていることを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は薄膜トランジスタ（以下、T F T という）で構成された回路を有する半導体装

50

置およびその作製方法に関する。例えば、一对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。

#### 【0002】

10

なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、発光装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

#### 【背景技術】

#### 【0003】

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。

#### 【0004】

20

発光素子の発光機構は、一对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。

#### 【0005】

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

#### 【0006】

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。

#### 【0007】

なお、これらの有機化合物の成膜方法には、蒸着法、スピンコーティング法、インクジェット法といった方法が知られているが、高分子系材料を用いてフルカラー化を実現させるための方法としては、スピンコーティング法やインクジェット法が特に良く知られている。

40

#### 【0008】

また、有機化合物を有する発光素子の最大の課題は、信頼性（長寿命化）であり、様々な要因によって劣化しやすいという欠点を有している。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

有機化合物を有する発光素子は、主に水分や酸素が原因で劣化しやすく、この原因に起因する不良状態として、部分的な輝度の低下が生じたり、非発光領域が生じる状態が見られる。

#### 【0010】

50

また、単なる経時変化、または発光素子を駆動しつつ時間が経つと非発光領域の拡大が進行する状態も見られる。特に、有機化合物を有する発光素子の作製直後の段階で非発光領域が生じている場合、時間の経過につれて非発光領域の拡大が進行することが多く、進行が進んで最終的には全て非発光領域となってしまうことも見受けられる。

【0011】

また、非発光領域は発光領域の周縁部から発生しやすく、あたかも発光領域が収縮するように時間がたつにつれて非発光領域の拡大が進行することから、この不良モードをシュリンクと呼んでいる。

【0012】

発光面積が縮小するため、これらの不良は特にアクティブマトリクス型の発光装置のように発光領域が小さい面積である場合、ある一つの発光素子が早く非発光の素子となることを意味する。さらに、発光領域が小さい面積である場合、発光面積が縮小すると非発光領域の占める割合が大きくなる。従って、発光素子を用いて表示装置を作製する場合、高精度（画素ピッチが小さい）、且つ、信頼性の高い表示を得ることが困難である。

【0013】

また、有機化合物を有する発光素子の作製直後で黒点のような非発光領域が生じることもあり、この不良モードをダークスポットと呼んでいる。また、このダークスポットも時間とともに拡大することがある。

【0014】

本発明は、有機化合物を有する発光素子における寿命を長くすることを課題とする。 20

【課題を解決するための手段】

【0015】

そこで、本発明は、水分から発光素子を保護するために陰極上に透明性、且つ吸湿性を有する応力緩和層と、無機絶縁膜とを繰り返し積層する構造とする。透明性、且つ吸湿性を有する応力緩和層は、陰極と陽極との間に挟まれている有機化合物を含む層と同じ材料からなる膜、あるいは蒸着法で形成可能な膜、或いは塗布法で形成可能な膜を用いる。

【0016】

無機絶縁膜としては、スパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜（SiNO膜（組成比 $N > O$ ）またはSiON膜（組成比 $N < O$ ））、炭素を主成分とする薄膜（例えばDLC膜、CN膜）を用いることができる。これらの無機絶縁膜は水分に対して高いブロッキング効果を有しているが、膜厚が厚くなると膜応力が増大してピーリングや膜剥がれが生じやすい。しかし、無機絶縁膜間に応力緩和層を挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。また、無機絶縁膜に微小な穴が形成されたとしても、応力緩和層で埋められ、さらにその上に無機絶縁膜を設けることによって、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。こうして形成された積層は有機化合物を含む層を発光層とする発光素子の封止膜として最適である。

【0017】

また、本明細書中では、陰極、EL層及び陽極で形成される発光素子をEL素子といい、これには、互いに直交するように設けられた2種類のストライプ状電極の間にEL層を形成する方式（単純マトリクス方式）、又はTFTに接続されマトリクス状に配列された画素電極と対向電極との間にEL層を形成する方式（アクティブマトリクス方式）の2種類がある。本発明の封止膜は、この単純マトリクス方式とアクティブマトリクス方式の両方に適用することができる。 40

【0018】

また、封止のための基板表面または両面に上記積層を設けてもよく、発光素子の封止基板として用いることで水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する封止基板を提供することができる。特に、ガラス基板に比べてブロッキング効果の低いプラスチック基板を封止基板として用いる場合に有効である。

【0019】

本明細書で開示する発明の構成は、

絶縁表面を有する基板上に陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を備えた発光装置であって、

前記発光素子は、第1の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第2の無機絶縁膜との積層で覆われていることを特徴とする発光装置である。

#### 【0020】

また、上面出射型の発光装置に適用することができ、本発明の他の構成は、陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第1の基板と第2の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第1の基板上に設けられた前記発光素子は、第1の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第2の無機絶縁膜との積層で覆われており、

前記発光素子からの発光は、前記第2の基板を通過させて使用者に認識させることを特徴とする発光装置である。

10

#### 【0021】

また、下面出射型の発光装置に適用することができ、本発明の他の構成は、陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第1の基板と第2の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第1の基板上に設けられた前記発光素子は、第1の無機絶縁膜と、吸湿性を有する膜と、第2の無機絶縁膜との積層で覆われており、

前記発光素子からの発光は、前記第1の基板を通過させて使用者に認識させることを特徴とする発光装置である。なお、上記構成においては、下面出射型であるので、前記吸湿性を有する膜は透明であってもよいし、半透明であってもよいし、遮光性を有していてもよい。

20

#### 【0022】

また、上記各構成において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、前記第1の無機絶縁膜または前記第2の無機絶縁膜よりも応力が小さいことを特徴としており、前記第1の無機絶縁膜及び前記第2の無機絶縁膜の応力を緩和する効果を有している。

#### 【0023】

また、上記各構成において、前記第1の無機絶縁膜または前記第2の無機絶縁膜は、スパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜、DLC膜、CN膜、またはこれらの積層であることを特徴としている。中でも、前記第1の無機絶縁膜または前記第2の無機絶縁膜は、シリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜とすることが望ましい。

30

#### 【0024】

また、シリコンターゲットを用いたRFスパッタ法により得られる緻密な窒化珪素膜は、ナトリウム、リチウム、マグネシウム等のアルカリ金属又はアルカリ土類金属がTFEを汚染してしきい値電圧の変動等を効果的に防ぎ、且つ、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。また、ブロッキング効果を高めるために、窒化珪素膜中における酸素及び水素含有量は10原子%以下、好ましくは1原子%以下とすることが望ましい。

#### 【0025】

具体的なスパッタ条件は、窒素ガスまたは窒素と希ガスの混合ガスを用い、圧力を0.1~1.5Pa、周波数を13MHz~40MHz、電力を5~20W/cm<sup>2</sup>、基板温度を室温~350℃、シリコンターゲット(1~10cm)と基板との距離を40mm~200mm、背圧を1×10<sup>-3</sup>Pa以下とする。さらに基板裏面に加熱された希ガスを吹き付けてもよい。例えば、流量比をAr:N<sub>2</sub>=20sccm:20sccmとし、圧力を0.8Pa、周波数を13.56MHz、電力を16.5W/cm<sup>2</sup>、基板温度を200℃、シリコンターゲットと基板との距離を60mm、背圧を3×10<sup>-5</sup>Paとして得られた緻密な窒化珪素膜は、エッチング速度(LAL500を用いて20℃でエッチングした際のエッチング速度をいう。以下、同じ。)が9nm以下(好ましくは、0.5~3.5nm以下)と遅く、水素濃度が1×10<sup>21</sup>atoms/cm<sup>3</sup>以下(好ましくは、5×10<sup>20</sup>

40

50

$^{10}\text{atoms}/\text{cm}^{-3}$ 以下)と低いという特徴を有している。なお、「LAL500」とは、橋本化成株式会社製「LAL500 SAバフファードフッ酸」であり、 $\text{NH}_4\text{HF}_2$  (7.13%)と $\text{NH}_4\text{F}$  (15.4%)の水溶液である。

#### 【0026】

また、上記スパッタ法による窒化珪素膜の比誘電率は7.02~9.3、屈折率は1.91~2.13、内部応力は $4.17 \times 10^8 \text{dyn}/\text{cm}^2$ 、エッチング速度は0.77~1.31nm/minである。また、内部応力は、圧縮応力が引っ張り応力かで数値の正負の符号が変わるが、ここでは絶対値のみを取り扱う。また、上記スパッタ法による窒化珪素膜のRBSにより得られるSi濃度は37.3atomic%、N濃度は55.9atomic%である。また、上記スパッタ法による窒化珪素膜のSIMSによる水素濃度は $4 \times 10^{20} \text{atoms}/\text{cm}^{-3}$ 、酸素濃度は $8 \times 10^{20} \text{atoms}/\text{cm}^{-3}$ 、炭素濃度は $1 \times 10^{19} \text{atoms}/\text{cm}^{-3}$ である。また、上記スパッタ法による窒化珪素膜は可視光域において80%以上の透過率を有している。

#### 【0027】

また、上記各構成において、前記炭素を主成分とする薄膜は、膜厚3~50nmのダイヤモンドライクカーボン膜(DLC膜とも呼ばれる)、CN膜、またはアモルファスカーボン膜である。DLC(Diamond like Carbon)膜は短距離秩序的には炭素間の結合として、 $\text{SP}^3$ 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。加えて、DLC膜は、化学的に安定で変化しにくい薄膜である。また、DLC膜の熱伝導率は200~600W/m·Kであり、駆動時に発生する発熱を放熱させることができる。このようなDLC膜は、水蒸気や酸素などのガス透過率が低いという特徴もある。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。

#### 【0028】

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、電子サイクロトロン共鳴(ECR)CVD法、熱フィラメントCVD法など)、燃焼炎法、スパッタ法、イオンビーム蒸着法、レーザー蒸着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。

#### 【0029】

DLC膜の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 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_6$ 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。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。

#### 【0030】

また、CN膜の成膜に用いる反応ガスは、窒素ガスと、炭化水素系のガス(例えば $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ など)とを用いればよい。

#### 【0031】

また、上記各構成において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、蒸着法により得られる材料膜であることを特徴としている。例えば、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SrO}_2$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{CaN}$ などの合金膜、またはNPD(4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ピフェニル)、BCP(バソキュプロイン)、MTDA(4,4',4"-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリフェニルアミン)、 $\text{Alq}_3$ (トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)などの有機化合物を含む材料膜を用いればよい。従って、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、前記陰極と前記陽極とで挟まれた有機化合物を含む

10

20

30

40

50

層を構成する多層のうち、少なくとも一層と同一材料となる場合がある。

【 0 0 3 2 】

また、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、塗布法（インクジェット法やスピンコート法）により得られる有機化合物を含む高分子材料膜としてもよい。例えば、ポリアニリンやポリチオフェン誘導体（PEDOT）等を用いればよい。

【 0 0 3 3 】

また、本発明は、陰極／第１の無機絶縁膜／吸湿性、且つ、透明性を有する膜／第２の無機絶縁膜とする積層に限定されず、例えば、陰極／吸湿性、且つ、透明性を有する第１の膜／第１の無機絶縁膜／吸湿性、且つ、透明性を有する第２の膜／第２の無機絶縁膜としてもよいし、陰極／第１の無機絶縁膜／吸湿性、且つ、透明性を有する膜／第２の無機絶縁膜／吸湿性、且つ、透明性を有する膜／第３の無機絶縁膜としてさらに多層化してもよい。

10

【 0 0 3 4 】

また、陰極と第１の無機絶縁膜との膜応力差が大きく、ピーリングなどが発生しやすい場合、応力を緩和するための本発明の他の構成は、絶縁表面を有する基板上に陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を備えた発光装置であって、

前記発光素子は、吸湿性、且つ、透明性を有する第１の膜と、第１の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する第２の膜と、第２の無機絶縁膜との積層で覆われていることを特徴とする発光装置である。

20

【 0 0 3 5 】

また、上記各構成において、アクティブマトリクス型の発光装置とする場合、前記第１の基板上には発光素子と、該発光素子と接続するＴＦＴが設けられている。

【 0 0 3 6 】

また、上記構造を得るための作製方法に関する本発明の構成は、絶縁表面を有する基板上に陰極と、有機化合物を含む層と、陽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、

前記基板上にＴＦＴと、該ＴＦＴに接続する陽極とを形成する工程と、

前記陽極上に有機化合物を含む層を形成する工程と、

前記有機化合物を含む層上に陰極を形成する工程と、

30

前記陰極上に第１の無機絶縁膜を形成する工程と、

前記第１の無機絶縁膜上に吸湿性、且つ、透明性を有する膜を形成する工程と、

前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜上に第２の無機絶縁膜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。

【 0 0 3 7 】

上記作製方法に関する構成において、前記有機化合物を含む層を形成する工程と、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜を形成する工程は、抵抗加熱による蒸着法を用いることを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

また、上記作製方法に関する構成において、前記吸湿性、且つ、透明性を有する膜は、前記第１の無機絶縁膜または前記第２の無機絶縁膜よりも応力が小さく、且つ、前記陰極と前記陽極とで挟まれた有機化合物を含む層を構成する多層のうち、少なくとも一層と同一材料であることを特徴としている。

40

【 0 0 3 9 】

また、上記作製方法に関する構成において、前記第１の無機絶縁膜または前記第２の無機絶縁膜は、シリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜であることを特徴としている。

【 0 0 4 0 】

また、第１の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第２の無機絶縁膜との積層した基板を封止基板としてもよく、本発明の他の構成は、

50



陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第1の基板と第2の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第1の基板または前記第2の基板に接して第1の無機絶縁膜と、吸湿性、且つ、透明性を有する膜と、第2の無機絶縁膜との積層が設けられていることを特徴とする発光装置である。

【0041】

また、シリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜を表面または両面に形成した基板を封止基板としてもよく、本発明の他の構成は、陰極と、有機化合物を含む層と、陽極とを有する発光素子を第1の基板と第2の基板との間に挟んだ発光装置であって、

前記第1の基板または前記第2の基板に接してシリコンをターゲットとした高周波スパッタリング法により成膜される窒化珪素膜が設けられていることを特徴とする発光装置である。

【0042】

上記構成において、前記窒化珪素膜は、エッチング速度が $9\text{ nm/min}$ 以下、且つ、水素濃度が $1 \times 10^{21}\text{ cm}^{-3}$ 以下、且つ、酸素濃度が $5 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{21}\text{ cm}^{-3}$ である。また、上記構成において、前記第1の基板または前記第2の基板はプラスチック基板であることを特徴としている。特に、ガラス基板に比べてブロッキング効果の低いプラスチック基板を封止基板として用いる場合に有効である。

【0043】

また、プラスチック基板は、可撓性を有するプラスチック基板であれば特に限定されないが、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリカーボネート(PC)、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリスルホン(PSF)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリアリレート(PAR)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリイミドから選ばれた1種からなるプラスチック基板である。

【0044】

EL素子是一对の電極間に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。

【0045】

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、低分子系の材料を用いて形成しても良いし、高分子系の材料を用いて形成しても良いし、無機材料を用いて形成してもよい。

【0046】

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有機化合物を含む層(EL層とも呼ぶ)という。したがって、上述した正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層は、全てEL層に含まれるものとする。これらは、低分子系有機化合物材料、中分子系有機化合物材料、又は高分子系有機化合物材料のいずれか、或いは、両者を適宜組み合わせ形成することが可能である。また、電子輸送性材料と正孔輸送性材料を適宜混合させた混合層、又はそれぞれの接合界面に混合領域を形成した混合接合を形成しても良い。

【0047】

また、カルバゾール系のCBP+Ir(ppp)<sub>3</sub>は三重項励起状態からの発光(燐光)を得ることができる有機化合物(トリプレット化合物とも呼ぶ)もあり、本発明の発光層として用いることもできる。三重項励起状態からの発光(燐光)は、一重項励起状態からの発光(蛍光)よりも発光効率が高く、同じ発光輝度を得るにも動作電圧(有機発光素

10

20

30

40

50

子を発光させるに要する電圧)を低くすることが可能である。

【発明の効果】

【0048】

本発明により、ピーリングなどの不良を発生させることなく、無機絶縁膜の積層からなる保護膜を形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0049】

本発明の実施形態について、以下に説明する。

【0050】

(実施の形態1)

ここでは本発明を適用した上面出射型の発光装置を図1を用いて説明する。

【0051】

図1(A)は画素部の一部における断面を示す図である。また、図1(B)には発光領域における積層構造を簡略化したものを示す。図1(B)に示す矢印の方向に発光が放出される。なお、発光領域の配置、即ち画素電極の配置としてはストライプ配列、デルタ配列、モザイク配列などを挙げることができる。

【0052】

図1(A)において、300は第1の基板、301a、301b、301cは絶縁層、302はTFT、308が第1の電極、309は絶縁物、310はEL層、311は第2の電極、312は透明保護積層、313は第2のシール材、314は第2の基板である。

【0053】

第1の基板300上に設けられたTFT302(pチャネル型TFT)は、発光するEL層310に流れる電流を制御する素子であり、304はドレイン領域(またはソース領域)である。また、306は第1の電極とドレイン領域(またはソース領域)とを接続するドレイン電極(またはソース電極)である。また、ドレイン電極306と同じ工程で電源供給線やソース配線などの配線307も同時に形成される。ここでは第1電極とドレイン電極とを別々に形成する例を示したが、同一としてもよい。第1の基板300上には下地絶縁膜(ここでは、下層を窒化絶縁膜、上層を酸化絶縁膜)となる絶縁層301aが形成されており、ゲート電極305と活性層との間には、ゲート絶縁膜が設けられている。また、301bは有機材料または無機材料からなる層間絶縁膜、301cは無機絶縁膜からなる層間絶縁膜である。また、ここでは図示しないが、一つの画素には、他にも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、一つのチャンネル形成領域303を有するTFTを示したが、特に限定されず、複数のチャンネルを有するTFTとしてもよい。

【0054】

また、308は、第1の電極、即ち、発光素子の陽極(或いは陰極)である。第1の電極308の材料としては、Ti、TiN、TiSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、Ni、W、WSi<sub>x</sub>、WN<sub>x</sub>、WSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>、NbN、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。ここでは、第1の電極308として窒化チタン膜を用いる。窒化チタン膜を第1の電極308として用いる場合、表面に紫外線照射や塩素ガスを用いたプラズマ処理を行って仕事関数を増大させることが好ましい。

【0055】

また、第1の電極308の端部(および配線307)を覆う絶縁物309(バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる)を有している。絶縁物309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、ここでは窒化シリコン膜で覆われた感光性の有機樹脂を用いる。例えば、有機樹脂の材料としてポジ型の感光性アクリ

10

20

30

40

50

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。

#### 【0056】

また、有機化合物を含む層310は、蒸着法または塗布法を用いて形成する。なお、信頼性を向上させるため、有機化合物を含む層310の形成直前に真空加熱（100～250）を行って脱気を行うことが好ましい。例えば、蒸着法を用いる場合、真空度が $5 \times 10^{-3}$  Torr（0.665 Pa）以下、好ましくは $10^{-4} \sim 10^{-6}$  Torrまで真空排気された成膜室で蒸着を行う。蒸着肯定の際、予め、抵抗加熱により有機化合物は気化されており、シャッターが開くことにより基板の方向へ飛散し、蒸着が行われる。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して基板に蒸着される。

10

#### 【0057】

例えば、Alq<sub>3</sub>、赤色発光色素であるナイルレッドを部分的にドーブしたAlq<sub>3</sub>、p-EtTAZ、TPD（芳香族ジアミン）を蒸着法により順次積層することで白色を得ることができる。

#### 【0058】

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。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310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。

20

30

#### 【0059】

ここでは白色発光を得る発光素子の例を示したが、有機化合物を含む層310の材料を適宜選択することによって、赤色発光、緑色発光、または青色発光を得ることのできる発光素子を作製することができることは言うまでもない。

#### 【0060】

また、311は、導電膜からなる第2の電極、即ち、発光素子の陰極（或いは陽極）である。第2の電極311の材料としては、MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、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透光性を有する膜を用いればよい。ここでは、第2の電極を通過させて発光させる上面出射型であるので、1nm～10nmのアルミニウム膜、もしくはLiを微量に含むアルミニウム膜を用いる。第2の電極311としてAl膜を用いる構成とすると、有機化合物を含む層310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。また、1nm～10nmのアルミニウム膜を形成する前に陰極バッファ層としてCaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub>、またはBaF<sub>2</sub>からなる透光性を有する層（膜厚1nm～5nm）を形成してもよい。

40

#### 【0061】

また、陰極の低抵抗化を図るため、陰極311として、1nm～10nmの金属薄膜と透明導電膜（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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ZnO）、酸化亜鉛（ZnO）等）との積層構造としてもよい。或いは、陰極の低

50

抵抗化を図るため、発光領域とならない領域の第2の電極311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。

#### 【0062】

また、312はスパッタ法または蒸着法により形成する透明保護積層であり、金属薄膜からなる第2の電極311を保護するとともに水分の侵入を防ぐ封止膜となる。図1(B)に示すように、透明保護積層312は、無機絶縁膜312aと、応力緩和膜312bと、無機絶縁膜312cとの積層からなっている。無機絶縁膜312aとしては、スパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜(SiNO膜(組成比 $N > O$ )またはSiON膜(組成比 $N < O$ ))、炭素を主成分とする薄膜(例えば DLC 膜、CN 膜)を用いることができる。これらの無機絶縁膜312aは水分に対して高いブロッキング効果を有しているが、膜厚が厚くなると膜応力が増大してピーリングや膜剥がれが生じやすい。しかし、無機絶縁膜312aと無機絶縁膜312cとの間に応力緩和膜312bを挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。また、成膜時に何らかの原因で無機絶縁膜312aに微小な穴(ピンホールなど)が形成されたとしても、応力緩和膜312bで埋められ、さらにその上に無機絶縁膜312cを設けることによって、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。

10

#### 【0063】

また、応力緩和膜312bとしては、無機絶縁膜312a、312bよりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。加えて、透光性を有する材料であることが望ましい。また、応力緩和膜312bとしては、NPD(4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル)、BCP(バソキュプロイン)、MTDATA(4,4',4"-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリフェニルアミン)、Alq<sub>3</sub>(トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよく、これらの材料膜は、吸湿性を有し、膜厚が薄ければ、ほぼ透明である。また、MgO、SrO<sub>2</sub>、SrOは吸湿性及び透光性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜312bに用いることができる。

20

#### 【0064】

また、応力緩和膜312bとして、陰極と陽極との間に挟まれている有機化合物を含む層と同じ材料を用いることもできる。

30

#### 【0065】

スパッタ法(或いはCVD法)で無機絶縁膜312a、312bを形成し、蒸着法で応力緩和膜312bを形成することができる場合、基板を搬送して蒸着室とスパッタ成膜室(或いはCVD成膜室)とを行き来させることになるが、新たに成膜室を増設する必要はないというメリットがある。また、応力緩和膜として有機樹脂膜も考えられるが、有機樹脂膜は溶媒を使用するのでベーク処理などが必要なため、工程数の増加、溶媒成分による汚染、ベークによる熱ダメージ、脱ガスなどの問題がある。

#### 【0066】

こうして形成された透明保護積層312は有機化合物を含む層を発光層とする発光素子の封止膜として最適である。また、透明保護積層312は吸湿性を有しており、水分を除去する役目も果たす。

40

#### 【0067】

また、第2のシール材313は、第2の基板314と第1の基板300とを貼り合せている。第1のシール材(ここでは図示しない)は基板間隔を確保するためのギャップ材を含有しており、第2のシール材313を囲むように配置されている。第2のシール材313としては、透光性を有している材料であれば特に限定されず、代表的には紫外線硬化または熱硬化のエポキシ樹脂を用いればよい。ここでは屈折率1.50、粘度500cps、ショアD硬度90、テンシル強度3000psi、Tg点150℃、体積抵抗 $1 \times 10^{15} \cdot \text{cm}$ 、耐電圧450V/milである高耐熱のUVエポキシ樹脂(エレクトロライト社製:2500Clear)を用いる。また、第2のシール材313を一对の基板間に充

50

填することによって、一对の基板間を空間（不活性気体）とした場合に比べて全体の透過率を向上させることができる。

#### 【0068】

##### （実施の形態2）

ここでは第2の基板としてプラスチック基板を用い、該基板に透明保護積層を設ける例を図2に示す。なお、第2の基板以外はほぼ同一であるため、図1と同じ部分には同じ符号を用いる。

#### 【0069】

第2の基板414としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリカーボネート（PC）、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリスルホン（PSF）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアリレート（PAR）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリイミドから選ばれた1種からなるプラスチック基板を用いればよい。

10

#### 【0070】

第2の基板414に実施の形態1に示した透明保護積層312と同様の透明保護積層412を形成する。

#### 【0071】

412はスパッタ法または蒸着法により形成する透明保護積層であり、水分の侵入を防ぐ封止膜となる。図2（B）に示すように、透明保護積層412は、無機絶縁膜412cと、応力緩和膜412bと、無機絶縁膜412aとの積層からなっている。無機絶縁膜412cとしては、スパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜（SiNO膜（組成比 $N > O$ ）またはSiON膜（組成比 $N < O$ ））、炭素を主成分とする薄膜（例えばDLC膜、CN膜）を用いることができる。これらの無機絶縁膜412cは水分に対して高いブロッキング効果を有しているが、膜厚が厚くなると膜応力が増大してピーリングや膜剥がれが生じやすい。しかし、無機絶縁膜412cと無機絶縁膜412aとの間に応力緩和膜412bを挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。また、成膜時に何らかの原因で無機絶縁膜412cに微小な穴（ピンホールなど）が形成されたとしても、応力緩和膜412bで埋められ、さらにその上に無機絶縁膜412aを設けることによって、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。

20

30

#### 【0072】

また、応力緩和膜412bとしては、無機絶縁膜412a、412bよりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。加えて、透光性を有する材料であることが望ましい。また、応力緩和膜412bとしては、NPD（4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ピフェニル）、BCP（バソキュプロイン）、MTDATA（4,4',4"-トリス（N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ）トリフェニルアミン）、Alq<sub>3</sub>（トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体）などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよく、これらの材料膜は、吸湿性を有し、膜厚が薄ければ、ほぼ透明である。また、MgO、SrO<sub>2</sub>、SrOは吸湿性及び透光性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜412bに用いることができる。

40

#### 【0073】

こうして形成された透明保護積層412が設けられた第2の基板414は有機化合物を含む層を発光層とする発光素子の封止基板として最適である。また、透明保護積層412は吸湿性を有しており、水分を除去する役目も果たす。

#### 【0074】

##### （実施の形態3）

ここでは本発明を適用した下面出射型の発光装置を図3を用いて説明する。

#### 【0075】

図3（A）は画素部の一部における断面を示す図である。また、図3（B）には発光領域における積層構造を簡略化したものを示す。図3（B）に示す矢印の方向に発光が放出

50

される。

【0076】

図3(A)において、500は第1の基板、501a、501b、501cは絶縁層、502はTFT、508が第1の電極、509は絶縁物、510はEL層、511は第2の電極、512は保護積層、513は空間(不活性気体)、514は第2の基板である。

【0077】

第1の基板500上に設けられたTFT502(pチャネル型TFT)は、発光するEL層510に流れる電流を制御する素子であり、504はドレイン領域(またはソース領域)である。また、506は第1の電極とドレイン領域(またはソース領域)とを接続するドレイン電極(またはソース電極)である。また、ドレイン電極506と同じ工程で電源供給線やソース配線などの配線507も同時に形成される。ここでは第1電極とドレイン電極とを別々に形成する例を示したが、同一としてもよい。第1の基板500上には下地絶縁膜(ここでは、下層を窒化絶縁膜、上層を酸化絶縁膜)となる絶縁層501aが形成されており、ゲート電極505と活性層との間には、ゲート絶縁膜が設けられている。また、501bは有機材料または無機材料からなる層間絶縁膜、501cは無機絶縁膜からなる層間絶縁膜である。また、ここでは図示しないが、一つの画素には、他にも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503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

【0078】

また、508は、第1の電極、即ち、発光素子の陽極(或いは陰極)である。第1の電極508の材料としては、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( $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ )、酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )等)を用いればよい。

20

【0079】

また、第1の電極508の端部(および配線507)を覆う絶縁物509(バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる)を有している。

【0080】

また、有機化合物を含む層510は、蒸着法または塗布法を用いて形成する。例えば、CuPc(20nm)、-NPD(60nm)、DMQAをドープした $\text{Alq}_3$ (37.5nm)、 $\text{Alq}_3$ (37.5nm)を蒸着法により順次積層することで緑色を得ることができる。

30

【0081】

また、511は、導電膜からなる第2の電極、即ち、発光素子の陰極(或いは陽極)である。第2の電極511の材料としては、MgAg、MgIn、AlLi、 $\text{CaF}_2$ 、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用いればよい。

【0082】

また、512はスパッタ法または蒸着法により形成する保護積層であり、金属膜からなる第2の電極511を保護するとともに水分の侵入を防ぐ封止膜となる。実施の形態1とは異なり、下面出射型であるので、保護積層512は透明である必要は特にない。図3(B)に示すように、保護積層512は、無機絶縁膜512aと、応力緩和膜512bと、無機絶縁膜512cとの積層からなっている。無機絶縁膜512aとしては、スパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜( $\text{SiNO}$ 膜(組成比 $\text{N} > \text{O}$ )または $\text{SiON}$ 膜(組成比 $\text{N} < \text{O}$ ))、炭素を主成分とする薄膜(例えばDLC膜、CN膜)を用いることができる。これらの無機絶縁膜512aは水分に対して高いブロッキング効果を有しているが、膜厚が厚くなると膜応力が増大してピーリングや膜剥がれが生じやすい。しかし、無機絶縁膜512aと無機絶縁膜512cとの間に応力緩和膜512bを挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。また、成膜時に何らかの原因で無機絶縁膜512aに微小な穴(ピンホールなど)が形成されたとしても、応力緩和膜512bで埋められ、さらにその上に無機絶縁膜512cを設ける

40

50

ことによって、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。

【0083】

また、応力緩和膜512bとしては、無機絶縁膜512a、512cよりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。また、応力緩和膜512bとしては、NPD(4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル)、BCP(バソキュプロイン)、MTDATA(4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリフェニルアミン)、Alq<sub>3</sub>(トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよい。また、MgO、SrO<sub>2</sub>、SrOは吸湿性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜512bに用いることができる。

【0084】

また、応力緩和膜512bとして、陰極と陽極との間に挟まれている有機化合物を含む層と同じ材料を用いることもできる。

【0085】

スパッタ法(或いはCVD法)で無機絶縁膜512a、512bを形成し、蒸着法で応力緩和膜512bを形成することができる場合、基板を搬送して蒸着室とスパッタ成膜室(或いはCVD成膜室)とを行き来させることになるが、新たに成膜室を増設する必要はないというメリットがある。また、応力緩和膜として有機樹脂膜も考えられるが、有機樹脂膜は溶媒を使用するのでベーク処理などが必要なため、工程数の増加、溶媒成分による汚染、ベークによる熱ダメージ、脱ガスなどの問題がある。

【0086】

こうして形成された保護積層512は有機化合物を含む層を発光層とする発光素子の封止膜として最適である。また、保護積層512は吸湿性を有しており、水分を除去する役目も果たす。

【0087】

また、シール材(ここでは図示しない)は基板間隔を確保するためのギャップ材を含有しており、第2の基板514と第1の基板500とを貼り合せている。なお、一对の基板間に不活性気体(窒素など)を充填されている。また、必要があれば空間513の微量な水分を除去するための乾燥剤を第2の基板に配置してもよい。

【0088】

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。

【実施例1】

【0089】

本実施例では、絶縁表面を有する基板上に、有機化合物層を発光層とする発光素子を備えた発光装置(上面出射構造)を作製する例を図4に示す。

【0090】

なお、図4(A)は、発光装置を示す上面図、図4(B)は図4(A)をA-A'で切断した断面図である。点線で示された1101はソース信号線駆動回路、1102は画素部、1103はゲート信号線駆動回路である。また、1104は透明な封止基板、1105は第1のシール材であり、第1のシール材1105で囲まれた内側は、透明な第2のシール材1107で充填されている。なお、第1のシール材1105には基板間隔を保持するためのギャップ材が含有されている。

【0091】

なお、1108はソース信号線駆動回路1101及びゲート信号線駆動回路1103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FPC(フレキシブルプリントサーキット)1109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FPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基盤(PWB)が取り付けられていても良い。

【0092】

次に、断面構造について図4(B)を用いて説明する。基板1110上には駆動回路及

10

20

30

40

50

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 1 1 0 1 と画素部 1 1 0 2 が示されている。

【0093】

なお、ソース信号線駆動回路 1 1 0 1 は n チャンネル型 T F T 1 1 2 3 と p チャンネル型 T F T 1 1 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一体型を示すが、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。また、ポリシリコン膜を活性層とする T F T の構造は特に限定されず、トップゲート型 T F T であってもよいし、ボトムゲート型 T F T であってもよい。

10

【0094】

また、画素部 1 1 0 2 はスイッチング用 T F T 1 1 1 1 と、電流制御用 T F T 1 1 1 2 とそのドレインに電氣的に接続された第 1 の電極（陽極）1 1 1 3 を含む複数の画素により形成される。電流制御用 T F T 1 1 1 2 としては n チャンネル型 T F T であってもよいし、p チャンネル型 T F T であってもよいが、陽極と接続させる場合、p チャンネル型 T F T とすることが好ましい。また、保持容量（図示しない）を適宜設けることが好ましい。なお、ここでは無数に配置された画素のうち、一つの画素の断面構造のみを示し、その一つの画素に 2 つの T F T を用いた例を示したが、3 つ、またはそれ以上の T F T を適宜、用いてもよい。

【0095】

20

ここでは第 1 の電極 1 1 1 3 が T F T のドレインと直接接している構成となっているため、第 1 の電極 1 1 1 3 の下層はシリコンからなるドレインとオーミックコンタクトのとれる材料層とし、有機化合物を含む層と接する最上層を仕事関数の大きい材料層とすることが望ましい。例えば、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との 3 層構造とすると、配線としての抵抗も低く、且つ、良好なオーミックコンタクトがとれ、且つ、陽極として機能させることができる。また、第 1 の電極 1 1 1 3 は、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Z n 膜、P t 膜などの単層としてもよいし、3 層以上の積層を用いてもよい。

【0096】

また、第 1 の電極（陽極）1 1 1 3 の両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる）1 1 1 4 が形成される。絶縁物 1 1 1 4 は有機樹脂膜もしくは珪素を含む絶縁膜で形成すれば良い。ここでは、絶縁物 1 1 1 4 として、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いて図 4 に示す形状の絶縁物を形成する。

30

【0097】

カバレッジを良好なものとするため、絶縁物 1 1 1 4 の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物 1 1 1 4 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 1 1 1 4 の上端部のみに曲率半径（0.2  $\mu$ m ~ 3  $\mu$ m）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物 1 1 1 4 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。

40

【0098】

また、絶縁物 1 1 1 4 を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、炭素を主成分とする薄膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。

【0099】

また、第 1 の電極（陽極）1 1 1 3 上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層 1 1 1 5 を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層 1 1 1 5 上には第 2 の電極（陰極）1 1 1 6 が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい材料（A l、A g、L i、C a、またはこれらの合金 M g A g、M g I n、A l L i、C a F<sub>2</sub>、または C a N）を用いればよい。ここでは、発光が透過するように、第 2 の電極（陰極）1 1 1 6 として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（I T

50



O (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 ( $\text{In}_2\text{O}_3$   $\text{ZnO}$ )、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ ) 等)との積層を用いる。こうして、第1の電極(陽極)1113、有機化合物を含む層1115、及び第2の電極(陰極)1116からなる発光素子1118が形成される。ここでは発光素子1118は白色発光とする例であるので着色層1131と遮光層(BM)1132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)を設けている。

#### 【0100】

また、R、G、Bの発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成すれば、カラーフィルターを用いなくともフルカラーの表示を得ることができる。

#### 【0101】

また、発光素子1118を封止するために透明保護層1117を形成する。この透明保護層1117としては実施の形態1に示した透明保護積層とする。透明保護積層は、第1の無機絶縁膜と、応力緩和膜と、第2の無機絶縁膜との積層からなっている。第1の無機絶縁膜および第2の無機絶縁膜としては、スパッタ法またはCVD法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜( $\text{SiNO}$ 膜(組成比 $\text{N} > \text{O}$ )または $\text{SiON}$ 膜(組成比 $\text{N} < \text{O}$ ))、炭素を主成分とする薄膜(例えばDLC膜、CN膜)を用いることができる。これらの無機絶縁膜は水分に対して高いブロッキング効果を有しているが、膜厚が厚くなると膜応力が増大してピーリングや膜剥がれが生じやすい。しかし、第1の無機絶縁膜と第2の無機絶縁膜との間に応力緩和膜を挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。また、成膜時に何らかの原因で第1の無機絶縁膜に微小な穴(ピンホールなど)が形成されたとしても、応力緩和膜で埋められ、さらにその上に第2の無機絶縁膜を設けることによって、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。また、応力緩和膜としては、無機絶縁膜よりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。加えて、透光性を有する材料であることが望ましい。また、応力緩和膜としては、NPD(4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル)、BCP(バソキュプロイン)、MTDATA(4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリフェニルアミン)、 $\text{Alq}_3$ (トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよく、これらの材料膜は、吸湿性を有し、膜厚が薄ければ、ほぼ透明である。また、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SrO}_2$ 、 $\text{SrO}$ は吸湿性及び透光性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜に用いることができる。本実施例では、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成膜した膜、即ち、水分やアルカリ金属などの不純物に対してブロッキング効果の高い窒化珪素膜を第1の無機絶縁膜または第2の無機絶縁膜として用い、応力緩和膜として蒸着法により $\text{Alq}_3$ の薄膜を用いる。また、透明保護積層に発光を通過させるため、透明保護積層のトータル膜厚は、可能な限り薄くすることが好ましい。

#### 【0102】

また、発光素子1118を封止するために不活性気体雰囲気下で第1シール材1105、第2シール材1107により封止基板1104を貼り合わせる。なお、第1シール材1105、第2シール材1107としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、第1シール材1105、第2シール材1107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。

#### 【0103】

また、本実施例では封止基板1104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、第1シール材1105、第2シール材1107を用いて封止基板1104を接着した後、さらに側面(露呈面)を覆うように第3のシール材で封止することも可能である。

#### 【0104】

以上のようにして発光素子を透明保護層1117、第1シール材1105、第2シール材1107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

10

20

30

40

50

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。

【0105】

また、第1の電極1113として透明導電膜を用いれば両面発光型の発光装置を作製することができる。

【0106】

また、本実施例では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）とした例を示したが、陽極上に有機化合物を含む層が形成され、有機化合物層上に陰極が形成される発光素子を有し、有機化合物を含む層において生じた発光を透明電極である陽極からTFTの方へ取り出す（以下、下面出射構造とよぶ）という構造としてもよい。

【0107】

ここで、下面出射構造の発光装置の一例を図5に示す。

【0108】

なお、図5(A)は、発光装置を示す上面図、図5(B)は図5(A)をA-A'で切断した断面図である。点線で示された1201はソース信号線駆動回路、1202は画素部、1203はゲート信号線駆動回路である。また、1204は封止基板、1205は密閉空間の間隔を保持するためのギャップ材が含まれているシール材であり、シール材1205で囲まれた内側は、不活性気体（代表的には窒素）で充填されている。シール材1205で囲まれた内側の空間は乾燥剤1207によって微量な水分が除去され、十分乾燥している。

【0109】

なお、1208はソース信号線駆動回路1201及びゲート信号線駆動回路1203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FPC（フレキシブルプリントサーキット）1209からビデオ信号やクロック信号を受け取る。

【0110】

次に、断面構造について図5(B)を用いて説明する。基板1210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1201と画素部1202が示されている。なお、ソース信号線駆動回路1201はnチャネル型TFT1223とpチャネル型TFT1224とを組み合わせたCMOS回路が形成される。

【0111】

また、画素部1202はスイッチング用TFT1211と、電流制御用TFT1212とそのドレインに電気的に接続された透明な導電膜からなる第1の電極（陽極）1213を含む複数の画素により形成される。

【0112】

ここでは第1の電極1213が接続電極と一部重なるように形成され、第1の電極1213はTFTのドレイン領域と接続電極を介して電気的に接続している構成となっている。第1の電極1213は透明性を有し、且つ、仕事関数の大きい導電膜（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（ $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ ）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）等）を用いることが望ましい。

【0113】

また、第1の電極（陽極）1213の両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる）1214が形成される。カバレッジを良好なものとするため、絶縁物1214の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。また、絶縁物1214を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、炭素を主成分とする薄膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。

【0114】

また、第1の電極（陽極）1213上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層1215を選択的に形成する。さらに、有機化合

10

20

30

40

50

物を含む層 1215 上には第 2 の電極（陰極）1216 が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金 MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、または CaN）を用いればよい。こうして、第 1 の電極（陽極）1213、有機化合物を含む層 1215、及び第 2 の電極（陰極）1216 からなる発光素子 1218 が形成される。発光素子 1218 は、図 5 中に示した矢印方向に発光する。ここでは発光素子 1218 は R、G、或いは B の単色発光が得られる発光素子の一つであり、R、G、B の発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成した 3 つの発光素子でフルカラーとする。

#### 【0115】

また、発光素子 1218 を封止するために保護層 1217 を形成する。この保護層 1217 としては実施の形態 2 に示した保護積層とする。保護積層は、第 1 の無機絶縁膜と、応力緩和膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層からなっている。

#### 【0116】

また、発光素子 1218 を封止するために不活性気体雰囲気下でシール材 1205 により封止基板 1204 を貼り合わせる。封止基板 1204 には予めサンドブラスト法などによって形成した凹部が形成されており、その凹部に乾燥剤 1207 を貼り付けている。なお、シール材 1205 としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール材 1205 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。

#### 【0117】

また、本実施例では凹部を有する封止基板 1204 を構成する材料として金属基板、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、内側に乾燥剤を貼りつけた金属缶で封止することも可能である。

#### 【0118】

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

#### 【実施例 2】

#### 【0119】

本実施例では、第 1 の電極上への蒸着から封止までの作製を全自動化したマルチチャンバー方式の製造装置の例を図 6 に示す。

#### 【0120】

図 6 は、ゲート 100a ~ 100y と、搬送室 102、104a、108、114、118 と、受渡室 105、107、111 と、仕込室 101 と、第 1 成膜室 106H と、第 2 成膜室 106B と、第 3 成膜室 106G と、第 4 成膜室 106R、第 5 成膜室 106E と、その他の成膜室 109、110、112、113、132 と、蒸着源を設置する設置室 126R、126G、126B、126E、126H と、前処理室 103a、103b と、封止室 116 と、マスクストック室 124 と、封止基板ストック室 130 と、カセット室 120a、120b と、トレイ装着ステージ 121 と、取出室 119 と、を有するマルチチャンバーの製造装置である。なお、搬送室 104a には基板 104c を搬送するための搬送機構 104b が設けており、他の搬送室も同様にそれぞれ搬送機構が設けてある。

#### 【0121】

以下、予め陽極（第 1 の電極）と、該陽極の端部を覆う絶縁物（隔壁）とが設けられた基板を図 6 に示す製造装置に搬入し、発光装置を作製する手順を示す。なお、アクティブマトリクス型の発光装置を作製する場合、予め基板上には、陽極に接続している薄膜トランジスタ（電流制御用 TFT）およびその他の薄膜トランジスタ（スイッチング用 TFT など）が複数設けられ、薄膜トランジスタからなる駆動回路も設けられている。また、単純マトリクス型の発光装置を作製する場合にも図 6 に示す製造装置で作製することが可能である。

#### 【0122】

まず、カセット室 1 2 0 a またはカセット室 1 2 0 b に上記基板をセットする。基板が大型基板（例えば 300mm × 360mm）である場合はカセット室 1 2 0 b にセットし、通常基板（例えば、127mm × 127mm）である場合には、カセット室 1 2 0 a にセットした後、トレイ装着ステージ 1 2 1 に搬送し、トレイ（例えば 300mm × 360mm）に複数の基板をセットする。

【0 1 2 3】

カセット室にセットした基板（陽極と、該陽極の端部を覆う絶縁物とが設けられた基板）は搬送室 1 1 8 に搬送する。

【0 1 2 4】

また、カセット室にセットする前には、点欠陥を低減するために第 1 の電極（陽極）の表面に対して界面活性剤（弱アルカリ性）を含ませた多孔質なスポンジ（代表的には P V A（ポリビニルアルコール）製、ナイロン製など）で洗浄して表面のゴミを除去することが好ましい。洗浄機構として、基板の面に平行な軸線まわりに回転して基板の面に接触するロールブラシ（P V A 製）を有する洗浄装置を用いてもよいし、基板の面に垂直な軸線まわりに回転しつつ基板の面に接触するディスクブラシ（P V A 製）を有する洗浄装置を用いてもよい。また、有機化合物を含む膜を形成する前に、上記基板に含まれる水分やその他のガスを除去するために、脱気のためのアニールを真空中で行うことが好ましく、搬送室 1 1 8 に連結されたベーク室（前処理室）1 2 3 に搬送し、そこでアニールを行えばよい。

10

【0 1 2 5】

次いで、基板搬送機構が設けられた搬送室 1 1 8 から仕込室 1 0 1 に搬送する。本実施例の製造装置では、仕込室 1 0 1 には、基板反転機構が備わっており、基板を適宜反転させることができる。仕込室 1 0 1 は、真空排気処理室と連結されており、真空排気した後、不活性ガスを導入して大気圧にしておくことが好ましい。

20

【0 1 2 6】

次いで仕込室 1 0 1 に連結された搬送室 1 0 2 に搬送する。搬送室 1 0 2 内には極力水分や酸素が存在しないよう、予め、真空排気して真空を維持しておくことが好ましい。

【0 1 2 7】

また、上記の真空排気処理室としては、磁気浮上型のターボ分子ポンプ、クライオポンプ、またはドライポンプが備えられている。これにより仕込室 1 0 1 と連結された搬送室 1 0 2 の到達真空度を  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Torr にすることが可能であり、さらにポンプ側および排気系からの不純物の逆拡散を制御することができる。装置内部に不純物が導入されるのを防ぐため、導入するガスとしては、窒素や希ガス等の不活性ガスを用いる。装置内部に導入されるこれらのガスは、装置内に導入される前にガス精製機により高純度化されたものを用いる。従って、ガスが高純度化された後に蒸着装置に導入されるようにガス精製機を備えておく必要がある。これにより、ガス中に含まれる酸素や水、その他の不純物を予め除去することができるため、装置内部にこれらの不純物が導入されるのを防ぐことができる。

30

【0 1 2 8】

また、不用な箇所形成された有機化合物を含む膜を除去したい場合には、前処理室 1 0 3 a に搬送し、有機化合物膜の積層を選択的に除去すればよい。前処理室 1 0 3 a はプラズマ発生手段を有しており、Ar、H、F、および O から選ばれた一種または複数種のガスを励起してプラズマを発生させることによって、ドライエッチングを行う。また、陽極表面処理として紫外線照射が行えるように前処理室 1 0 3 a に UV 照射機構を備えてもよい。

40

【0 1 2 9】

また、シュリンクをなくすためには、有機化合物を含む膜の蒸着直前に真空加熱を行うことが好ましく、前処理室 1 0 3 b に搬送し、上記基板に含まれる水分やその他のガスを徹底的に除去するために、脱気のためのアニールを真空（ $5 \times 10^{-3}$  Torr（0.665 Pa）以下、好ましくは  $10^{-4} \sim 10^{-6}$  Torr）で行う。前処理室 1 0 3 b では平板

50

ヒータ（代表的にはシースヒータ）を用いて、複数の基板を均一に加熱する。特に、層間絶縁膜や隔壁の材料として有機樹脂膜を用いた場合、有機樹脂材料によっては水分を吸着しやすく、さらに脱ガスが発生する恐れがあるため、有機化合物を含む層を形成する前に100～250、好ましくは150～200、例えば30分以上の加熱を行った後、30分の自然冷却を行って吸着水分を除去する真空加熱を行うことは有効である。

#### 【0130】

次いで、上記真空加熱を行った後、搬送室102から受渡室105に基板を搬送し、さらに、大気にふれさせることなく、受渡室105から搬送室104aに基板を搬送する。

#### 【0131】

その後、搬送室104aに連結された成膜室106R、106G、106B、106Eへ基板を適宜、搬送して、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、または電子注入層となる低分子からなる有機化合物層を適宜形成する。また、搬送室102から基板を成膜室106Hに搬送して、蒸着を行うこともできる。

#### 【0132】

また、成膜室112ではインクジェット法やスピンコート法などで高分子材料からなる正孔注入層を形成してもよい。また、基板を縦置きとして真空中でインクジェット法により成膜してもよい。第1の電極（陽極）上に、正孔注入層（陽極バッファ層）として作用するポリ（エチレンジオキシチオフエン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）、ポリアニリン/ショウノウスルホン酸水溶液（PANI/CSA）、PTPDES、Et-PTPDEK、またはPPBAなどを全面に塗布、焼成してもよい。焼成する際にはベーク室123で行うことが好ましい。スピンコートなどを用いた塗布法で高分子材料からなる正孔注入層を形成した場合、平坦性が向上し、その上に成膜される膜のカバレッジおよび膜厚均一性を良好なものとすることができる。特に発光層の膜厚が均一となるため均一な発光を得ることができる。この場合、正孔注入層を塗布法で形成した後、蒸着法による成膜直前に真空加熱（100～200）を行うことが好ましい。真空加熱する際には前処理室103bで行えばよい。例えば、第1の電極（陽極）の表面をスポンジで洗浄した後、カセット室に搬入し、成膜室112に搬送してスピンコート法でポリ（エチレンジオキシチオフエン）/ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT/PSS）を全面に膜厚60nmで塗布した後、ベーク室123に搬送して80、10分間で仮焼成、200、1時間で本焼成し、さらに前処理室103bに搬送して蒸着直前に真空加熱（170、加熱30分、冷却30分）した後、成膜室106R、106G、106Bに搬送して大気に触れることなく蒸着法で発光層の形成を行えばよい。特に、ITO膜を陽極材料として用い、表面に凹凸や微小な粒子が存在している場合、PEDOT/PSSの膜厚を30nm以上の膜厚とすることでこれらの影響を低減することができる。

#### 【0133】

また、PEDOT/PSSはITO膜上に塗布すると濡れ性があまりよくないため、PEDOT/PSS溶液をスピンコート法で1回目の塗布を行った後、一旦純水で洗浄することによって濡れ性を向上させ、再度、PEDOT/PSS溶液をスピンコート法で2回目の塗布を行い、焼成を行って均一性良く成膜することが好ましい。なお、1回目の塗布を行った後、一旦純水で洗浄することによって表面を改質するとともに、微小な粒子なども除去できる効果が得られる。

#### 【0134】

また、スピンコート法によりPEDOT/PSSを成膜した場合、全面に成膜されるため、基板の端面や周縁部、端子部、陰極と下部配線との接続領域などは選択的に除去することが好ましく、前処理室103aでO<sub>2</sub>アッシングなどで除去することが好ましい。

#### 【0135】

ここで、成膜室106R、106G、106B、106E、106Hについて説明する。

#### 【0136】

各成膜室106R、106G、106B、106E、106Hには、移動可能な蒸着源水

ホルダが設置されている。この蒸着源ホルダは複数用意されており、適宜、E L 材料が封入された容器（ルツボ）を複数備え、この状態で成膜室に設置されている。フェイスダウン方式で基板をセットし、C C D など蒸着マスクの位置アライメントを行い、抵抗加熱法で蒸着を行うことで選択的に成膜を行うことができる。なお、蒸着マスクはマスクストック室 1 2 4 にストックして、適宜、蒸着を行う際に成膜室に搬送する。また、成膜室 1 3 2 は有機化合物を含む層や金属材料層を形成するための予備の蒸着室である。

#### 【0 1 3 7】

これら成膜室へ E L 材料の設置は、以下に示す製造システムを用いると好ましい。すなわち、E L 材料が予め材料メーカーで収納されている容器（代表的にはルツボ）を用いて成膜を行うことが好ましい。さらに設置する際には大気に触れることなく行うことが好ましく、材料メーカーから搬送する際、ルツボは第 2 の容器に密閉した状態のまま成膜室に導入されることが好ましい。望ましくは、各成膜室 1 0 6 R、1 0 6 G、1 0 6 B、1 0 6 H、1 0 6 E に連結した真空排気手段を有する設置室 1 2 6 R、1 2 6 G、1 2 6 B、1 2 6 H、1 2 6 E を真空、または不活性ガス雰囲気とし、この中で第 2 の容器からルツボを取り出して、成膜室にルツボを設置する。こうすることにより、ルツボおよび該ルツボに収納された E L 材料を汚染から防ぐことができる。なお、設置室 1 2 6 R、1 2 6 G、1 2 6 B、1 2 6 H、1 2 6 E には、メタルマスクをストックしておくことも可能である。

10

#### 【0 1 3 8】

成膜室 1 0 6 R、1 0 6 G、1 0 6 B、1 0 6 H、1 0 6 E に設置する E L 材料を適宜選択することにより、発光素子全体として、単色（具体的には白色）、或いはフルカラー（具体的には赤色、緑色、青色）の発光を示す発光素子を形成することができる。例えば、緑色の発光素子を形成する場合、成膜室 1 0 6 H で正孔輸送層または正孔注入層、成膜室 1 0 6 G で発光層（G）、成膜室 1 0 6 E で電子輸送層または電子注入層を順次積層した後、陰極を形成すれば緑色の発光素子を得ることができる。例えば、フルカラーの発光素子を形成する場合、成膜室 1 0 6 R で R 用の蒸着マスクを用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（R）、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、成膜室 1 0 6 G で G 用の蒸着マスクを用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（G）、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、成膜室 1 0 6 B で B 用の蒸着マスクを用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（B）、電子輸送層または電子注入層を順次積層した後、陰極を形成すればフルカラーの発光素子を得ることができる。

20

30

#### 【0 1 3 9】

なお、白色の発光を示す有機化合物層は、異なる発光色を有する発光層を積層する場合において、赤色、緑色、青色の 3 原色を含有する 3 波長タイプと、青色 / 黄色または青緑色 / 橙色の補色の関係を用いた 2 波長タイプに大別される。一つの成膜室で白色発光素子を形成することも可能である。例えば、3 波長タイプを用いて白色発光素子を得る場合、一つの成膜室に蒸着源ホルダを複数用意して、第 1 の蒸着源ホルダには芳香族ジアミン（T P D）、第 2 の蒸着源ホルダには p - E t T A Z、第 3 の蒸着源ホルダには A l q<sub>3</sub>、第 4 の蒸着源ホルダには A l q<sub>3</sub> に赤色発光色素である N i l e R e d を添加した E L 材料、第 5 の蒸着源ホルダには A l q<sub>3</sub> が封入され、この状態で各成膜室に設置する。そして、第 1 から第 5 の蒸着源ホルダが順に移動を開始し、基板に対して蒸着を行い、積層する。具体的には、加熱により第 1 の蒸着源ホルダから T P D が昇華され、基板全面に蒸着される。その後、第 2 の蒸着源ホルダから p - E t T A Z が昇華され、第 3 の蒸着源ホルダから A l q<sub>3</sub> が昇華され、第 4 の蒸着源ホルダから A l q<sub>3</sub> : N i l e R e d が昇華され、第 5 の蒸着源ホルダから A l q<sub>3</sub> が昇華され、基板全面に蒸着される。この後、陰極を形成すれば白色発光素子を得ることができる。

40

#### 【0 1 4 0】

上記工程によって適宜、有機化合物を含む層を積層した後、搬送室 1 0 4 a から受渡室 1 0 7 に基板を搬送し、さらに、大気にふれさせることなく、受渡室 1 0 7 から搬送室 1 0 8 に基板を搬送する。

50

## 【0141】

次いで、搬送室108内に設置されている搬送機構により、基板を成膜室110に搬送し、陰極を形成する。この陰極は、抵抗加熱を用いた蒸着法により形成される金属膜(MgAg、MgIn、CaF<sub>2</sub>、LiF、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、またはこれらの積層膜)である。また、スパッタ法を用いて陰極を形成してもよい。

## 【0142】

また、上面出射型の発光装置を作製する場合には、陰極は透明または半透明であることが好ましく、上記金属膜の薄膜(1nm~10nm)、或いは上記金属膜の薄膜(1nm~10nm)と透明導電膜との積層を陰極とすることが好ましい。この場合、スパッタ法を用いて成膜室109で透明導電膜(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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ZnO)、酸化亜鉛(ZnO)等)からなる膜を形成すればよい。

## 【0143】

以上の工程で積層構造の発光素子が形成される。

## 【0144】

また、搬送室108に連結した成膜室113に搬送して窒化珪素膜、または窒化酸化珪素膜からなる保護膜を形成して封止してもよい。ここでは、成膜室113内には、珪素からなるターゲット、または酸化珪素からなるターゲット、または窒化珪素からなるターゲットが備えられている。例えば、珪素からなるターゲットを用い、成膜室雰囲気や窒素雰囲気または窒素とアルゴンを含む雰囲気とすることによって陰極上に窒化珪素膜を形成することができる。また、炭素を主成分とする薄膜(DLC膜、CN膜、アモルファスカーボン膜)を保護膜として形成してもよく、別途、CVD法を用いた成膜室を設けてもよい。ダイヤモンドライクカーボン膜(DLC膜とも呼ばれる)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、電子サイクロトロン共鳴(ECR)CVD法、熱フィラメントCVD法など)、燃焼法、スパッタ法、イオンビーム蒸着法、レーザー蒸着法などで形成することができる。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<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>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。また、CN膜は反応ガスとしてC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>ガスとN<sub>2</sub>ガスとを用いて形成すればよい。なお、DLC膜やCN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。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。

## 【0145】

本実施例では、陰極上に第1の無機絶縁膜と、応力緩和膜と、第2の無機絶縁膜との積層からなる保護層を形成する。例えば、陰極を形成した後、成膜室113に搬送して第1の無機絶縁膜を形成し、成膜室132に搬送して蒸着法で吸湿性および透明性を有する応力緩和膜(有機化合物を含む層など)を形成し、さらに再度、成膜室113に搬送して第2の無機絶縁膜を形成すればよい。

## 【0146】

次いで、発光素子が形成された基板を大気に触れることなく、搬送室108から受渡室111に搬送し、さらに受渡室111から搬送室114に搬送する。次いで、発光素子が形成された基板を搬送室114から封止室116に搬送する。

## 【0147】

封止基板は、ロード室117に外部からセットし、用意される。なお、水分などの不純物を除去するために予め真空中でアニールを行うことが好ましい。そして、封止基板に発光素子が設けられた基板と貼り合わせるためのシール材を形成する場合には、シーリング室でシール材を形成し、シール材を形成した封止基板を封止基板ストック室130に搬送する。なお、シーリング室において、封止基板に乾燥剤を設けてもよい。なお、ここでは、封止基板にシール材を形成した例を示したが、特に限定されず、発光素子が形成された

10

20

30

40

50

基板にシール材を形成してもよい。

【0148】

次いで、封止室116において、基板と封止基板と貼り合わせ、貼り合わせた一对の基板を封止室116に設けられた紫外線照射機構によってUV光を照射してシール材を硬化させる。なお、ここではシール材として紫外線硬化樹脂を用いたが、接着材であれば、特に限定されない。

【0149】

次いで、貼り合わせた一对の基板を封止室116から搬送室114、そして搬送室114から取出室119に搬送して取り出す。

【0150】

以上のように、図6に示した製造装置を用いることで完全に発光素子を密閉空間に封入するまで大気に曝さずに済むため、信頼性の高い発光装置を作製することが可能となる。なお、搬送室114、118においては、真空と、大気圧での窒素雰囲気とを繰り返すが、搬送室102、104a、108は常時、真空が保たれることが望ましい。

【0151】

なお、ここでは図示しないが、基板を個々の処理室に移動させる経路を制御して自動化を実現するコントロール制御装置を設けている。

【0152】

また、図6に示す製造装置では、陽極として透明導電膜（または金属膜（TiN））が設けられた基板を搬入し、有機化合物を含む層を形成した後、透明または半透明な陰極（例えば、薄い金属膜（Al、Ag）と透明導電膜の積層）を形成することによって、上面出射型（或いは両面出射）の発光素子を形成することも可能である。なお、上面出射型の発光素子とは、陰極を透過させて有機化合物層において生じた発光を取り出す素子を指している。

【0153】

また、図6に示す製造装置では、陽極として透明導電膜が設けられた基板を搬入し、有機化合物を含む層を形成した後、金属膜（Al、Ag）からなる陰極を形成することによって、下面出射型の発光素子を形成することも可能である。なお、下面出射型の発光素子とは、有機化合物層において生じた発光を透明電極である陽極からTFEの方へ取り出し、さらに基板を通過させる素子を指している。

【0154】

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み合わせることができる。

【実施例3】

【0155】

実施例2の製造装置を用い、R、G、Bの発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成してフルカラーの発光素子を得る例を示す。

【0156】

本実施例では、発光効率の異なる赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子のそれぞれの発光面積を変えた例を示す。また、発光色によって正孔輸送層または正孔注入層、電子輸送層または電子注入層の膜厚をそれぞれ変えて適宜調節することが好ましい。本実施例では、赤色発光面積 > 青色発光面積 > 緑色発光面積とした例を示したが、特に限定されない。

【0157】

図7(A)にR用の蒸着マスク、図7(B)にB用の蒸着マスク、図7(C)にG用の蒸着マスクを示す。

【0158】

成膜室106RでR用の蒸着マスク（図7(A））を用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（R）、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、成膜室106GでG用の蒸着マスク（図7(C））を用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（G）、電子輸

10

20

30

40

50



送層または電子注入層を順次積層し、成膜室 106B で B 用の蒸着マスク（図 7（B））を用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（B）、電子輸送層または電子注入層を順次積層した後、陰極を形成すればフルカラーの発光素子を得ることができる。こうして得られた発光領域の一部（8 画素分の発光領域）を図 7（D）に示した。

【0159】

また、本実施例は実施の形態 1 乃至 3、実施例 1、実施例 2 のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

【実施例 4】

【0160】

本実施例では、有機化合物膜中に存在するエネルギー障壁を緩和してキャリアの移動性を高めると同時に、なおかつ積層構造の機能分離と同様に各種複数の材料の機能を有する素子を作製する例を示す。

【0161】

積層構造におけるエネルギー障壁の緩和に関しては、キャリア注入層の挿入という技術に顕著に見られる。つまり、エネルギー障壁の大きい積層構造の界面において、そのエネルギー障壁を緩和する材料を挿入することにより、エネルギー障壁を階段状に設計することができる。これにより電極からのキャリア注入性を高め、確かに駆動電圧をある程度までは下げることができる。しかしながら問題点は、層の数を増やすことによって、有機界面の数は逆に増加することである。このことが、単層構造の方が駆動電圧・パワー効率のトップデータを保持している原因であると考えられる。逆に言えば、この点を克服することにより、積層構造のメリット（様々な材料を組み合わせることができ、複雑な分子設計が必要ない）を活かしつつ、なおかつ単層構造の駆動電圧・パワー効率に追いつくことができる。

【0162】

そこで本実施例において、発光素子の陽極と陰極の間に複数の機能領域からなる有機化合物膜が形成される場合、従来の明確な界面が存在する積層構造ではなく、第一の機能領域と第二の機能領域との間に、第一の機能領域を構成する材料および第二の機能領域を構成する材料の両方からなる混合領域を有する構造を形成する。

【0163】

また、三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料をドーパントとして混合領域に添加した場合も含める。また、混合領域の形成においては、混合領域に濃度勾配をもたせてもよい。

【0164】

このような構造を適用することで、機能領域間に存在するエネルギー障壁は従来の構造に比較して低減され、キャリアの注入性が向上すると考えられる。すなわち機能領域間におけるエネルギー障壁は、混合領域を形成することにより緩和される。したがって、駆動電圧の低減、および輝度低下の防止が可能となる。

【0165】

以上のことから、本実施例では第一の有機化合物が機能を発現できる領域（第一の機能領域）と、前記第一の機能領域を構成する物質とは異なる第二の有機化合物が機能を発現できる領域（第二の機能領域）と、を少なくとも含む発光素子、及びこれを有する発光装置の作製において、前記第一の機能領域と前記第二の機能領域との間に、前記第一の機能領域を構成する有機化合物と前記第二の機能領域を構成する有機化合物、とからなる混合領域を作製する。

【0166】

成膜装置において、一つの成膜室において複数の機能領域を有する有機化合物膜が形成されるようになっており、蒸着源もそれに応じて複数設けられている。

【0167】

はじめに、第一の有機化合物が蒸着される。なお、第一の有機化合物は予め抵抗加熱により気化されており、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。これ

10

20

30

40

50

により、図 8 ( A ) に示す第一の機能領域 6 1 0 を形成することができる。

【 0 1 6 8 】

そして、第一の有機化合物を蒸着したまま、第 1 シャッターを開け、第二の有機化合物を蒸着する。なお、第二の有機化合物も予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時に第 2 シャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。ここで、第一の有機化合物と第二の有機化合物とからなる第一の混合領域 6 1 1 を形成することができる。

【 0 1 6 9 】

そして、しばらくしてから第 1 シャッターのみを閉じ、第二の有機化合物を蒸着する。これにより、第二の機能領域 6 1 2 を形成することができる。

【 0 1 7 0 】

なお、本実施例では、二種類の有機化合物を同時に蒸着することにより、混合領域を形成する方法を示したが、第一の有機化合物を蒸着した後、その蒸着雰囲気下で第二の有機化合物を蒸着することにより、第一の機能領域と第二の機能領域との間に混合領域を形成することもできる。

【 0 1 7 1 】

次に、第二の有機化合物を蒸着したまま、第 3 シャッターを開け、第三の有機化合物を蒸着する。なお、第三の有機化合物も予め抵抗加熱により気化されており、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。ここで、第二の有機化合物と第三の有機化合物とからなる第二の混合領域 6 1 3 を形成することができる。

【 0 1 7 2 】

そして、しばらくしてから第 2 シャッターのみを閉じ、第三の有機化合物を蒸着する。これにより、第三の機能領域 6 1 4 を形成することができる。

【 0 1 7 3 】

最後に、陰極を形成することにより発光素子が完成する。

【 0 1 7 4 】

さらに、その他の有機化合物膜としては、図 8 ( B ) に示すように、第一の有機化合物を用いて第一の機能領域 6 2 0 を形成した後、第一の有機化合物と第二の有機化合物とからなる第一の混合領域 6 2 1 を形成し、さらに、第二の有機化合物を用いて第二の機能領域 6 2 2 を形成する。そして、第二の機能領域 6 2 2 を形成する途中で、一時的に第 3 シャッターを開いて第三の有機化合物の蒸着を同時に行うことにより、第二の混合領域 6 2 3 を形成する。

【 0 1 7 5 】

しばらくして、第 3 シャッターを閉じることにより、再び第二の機能領域 6 2 2 を形成する。そして、陰極を形成することにより発光素子が形成される。

【 0 1 7 6 】

同一の成膜室において複数の機能領域を有する有機化合物膜を形成することができるので、機能領域界面が不純物により汚染されることなく、また、機能領域界面に混合領域を形成することができる。以上により、明瞭な積層構造を示すことなく（すなわち、明確な有機界面がなく）、かつ、複数の機能を備えた発光素子を作製することができる。

【 0 1 7 7 】

また、成膜前、成膜中、または成膜後に真空アニールを行うことが可能な成膜装置を用いれば、成膜中に真空アニールを行うことによって、混合領域における分子間をよりフィットさせることができる。したがって、さらに駆動電圧の低減、および輝度低下の防止が可能となる。また、成膜後のアニール（脱気）によって基板上に形成した有機化合物層中の酸素や水分などの不純物をさらに除去し、高密度、且つ、高純度な有機化合物層を形成することができる。

【 0 1 7 8 】

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

【 実施例 5 】

10

20

30

40

50

## 【0179】

本発明を実施して様々なモジュール（アクティブマトリクス型液晶モジュール、アクティブマトリクス型ELモジュール、アクティブマトリクス型ECモジュール）を完成させることができる。即ち、本発明を実施することによって、それらを組み込んだ全ての電子機器が完成される。

## 【0180】

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9、図10に示す。

10

## 【0181】

図9（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。

## 【0182】

図9（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。

## 【0183】

図9（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。

## 【0184】

図9（D）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。

20

## 【0185】

図9（E）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。

## 【0186】

図10（A）は携帯電話であり、本体2901、音声出力部2902、音声入力部2903、表示部2904、操作スイッチ2905、アンテナ2906、画像入力部（CCD、イメージセンサ等）2907等を含む。

30

## 【0187】

図10（B）は携帯書籍（電子書籍）であり、本体3001、表示部3002、3003、記憶媒体3004、操作スイッチ3005、アンテナ3006等を含む。

## 【0188】

図10（C）はディスプレイであり、本体3101、支持台3102、表示部3103等を含む。

## 【0189】

ちなみに図10（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5～20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1m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。

40

## 【0190】

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4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。

## 【実施例6】

## 【0191】

実施例5において示した電子機器には、発光素子が封止された状態にあるパネルに、コントローラ、電源回路等を含むICが実装された状態にあるモジュールが搭載されている

50

。モジュールとパネルは、共に発光装置の一形態に相当する。本実施例では、モジュールの具体的な構成について説明する。

【0192】

図11(A)に、コントローラ801及び電源回路802がパネル800に実装されたモジュールの外観図を示す。パネル800には、発光素子が各画素に設けられた画素部803と、前記画素部803が有する画素を選択する走査線駆動回路804と、選択された画素にビデオ信号を供給する信号線駆動回路805とが設けられている。

【0193】

またプリント基板806にはコントローラ801、電源回路802が設けられており、コントローラ801または電源回路802から出力された各種信号及び電源電圧は、FPC807を介してパネル800の画素部803、走査線駆動回路804、信号線駆動回路805に供給される。 10

【0194】

プリント基板806への電源電圧及び各種信号は、複数の入力端子が配置されたインターフェース(I/F)部808を介して供給される。

【0195】

なお、本実施例ではパネル800にプリント基板806がFPCを用いて実装されているが、必ずしもこの構成に限定されない。COG(Chip on Glass)方式を用い、コントローラ801、電源回路802をパネル800に直接実装させるようにしても良い。

【0196】

また、プリント基板806において、引きまわしの配線間に形成される容量や配線自体が有する抵抗等によって、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりすることがある。そこで、プリント基板806にコンデンサ、バッファ等の各種素子を設けて、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりするのを防ぐようにしても良い。 20

【0197】

図11(B)に、プリント基板806の構成をブロック図で示す。インターフェース808に供給された各種信号と電源電圧は、コントローラ801と、電源電圧802に供給される。

【0198】

コントローラ801は、A/Dコンバータ809と、位相ロックドロープ(PLL: Phase Locked Loop)810と、制御信号生成部811と、SRAM(Static Random Access Memory)812、813とを有している。なお本実施例ではSRAMを用いているが、SRAMの代わりに、SDRAMや、高速でデータの書き込みや読み出しが可能であるならばDRAM(Dynamic Random Access Memory)も用いることが可能である。 30

【0199】

インターフェース808を介して供給されたビデオ信号は、A/Dコンバータ809においてパラレル-シリアル変換され、R、G、Bの各色に対応するビデオ信号として制御信号生成部811に入力される。また、インターフェース808を介して供給された各種信号をもとに、A/Dコンバータ809においてHsync信号、Vsync信号、クロック信号CLK、交流電圧(AC Cont)が生成され、制御信号生成部811に入力される 40

【0200】

位相ロックドロープ810では、インターフェース808を介して供給される各種信号の周波数と、制御信号生成部811の動作周波数の位相とを合わせる機能を有している。制御信号生成部811の動作周波数は、インターフェース808を介して供給された各種信号の周波数と必ずしも同じではないが、互いに同期するように制御信号生成部811の動作周波数を位相ロックドロープ810において調整する。

【0201】

制御信号生成部811に入力されたビデオ信号は、一旦SRAM812、813に書き込まれ、保持される。制御信号生成部811では、SRAM812に保持されている全ビ 50

ットのビデオ信号のうち、全画素に対応するビデオ信号を1ビット分づつ読み出し、パネル800の信号線駆動回路805に供給する。

【0202】

また制御信号生成部811では、各ビット毎の、発光素子が発光する期間に関する情報を、パネル800の走査線駆動回路804に供給する。

【0203】

また電源回路802は所定の電源電圧を、パネル800の信号線駆動回路805、走査線駆動回路804及び画素部803に供給する。

【0204】

次に電源回路802の詳しい構成について、図12を用いて説明する。本実施例の電源回路802は、4つのスイッチングレギュレータコントロール860を用いたスイッチングレギュレータ854と、シリーズレギュレータ855とからなる。

【0205】

一般的にスイッチングレギュレータは、シリーズレギュレータに比べて小型、軽量であり、降圧だけでなく昇圧や正負反転することも可能である。一方シリーズレギュレータは、降圧のみに用いられるが、スイッチングレギュレータに比べて出力電圧の精度は良く、リップルやノイズはほとんど発生しない。本実施例の電源回路802では、両者を組み合わせて用いる。

【0206】

図12に示すスイッチングレギュレータ854は、スイッチングレギュレータコントロール(SWR)860と、アテニュエーター(減衰器:ATT)861と、トランス(T)862と、インダクター(L)863と、基準電源(Vref)864と、発振回路(OSC)865、ダイオード866と、バイポーラトランジスタ867と、可変抵抗868と、容量869とを有している。

【0207】

スイッチングレギュレータ854において外部のLiイオン電池(3.6V)等の電圧が変換されることで、陰極に与えられる電源電圧と、スイッチングレギュレータ854に供給される電源電圧が生成される。

【0208】

またシリーズレギュレータ855は、バンドギャップ回路(BG)870と、アンプ871と、オペアンプ872と、電流源873と、可変抵抗874と、バイポーラトランジスタ875とを有し、スイッチングレギュレータ854において生成された電源電圧が供給されている。

【0209】

シリーズレギュレータ855では、スイッチングレギュレータ854において生成された電源電圧を用い、バンドギャップ回路870において生成された一定の電圧に基づいて、各色の発光素子の陽極に電流を供給するための配線(電流供給線)に与える直流の電源電圧を、生成する。

【0210】

なお電流源873は、ビデオ信号の電流が画素に書き込まれる駆動方式の場合に用いる。この場合、電流源873において生成された電流は、パネル800の信号線駆動回路805に供給される。なお、ビデオ信号の電圧が画素に書き込まれる駆動方式の場合には、電流源873は必ずしも設ける必要はない。

【0211】

なお、スイッチングレギュレータ、OSC、アンプ、オペアンプは、TFTを用いて形成することが可能である。

【0212】

また、本実施例は実施の形態1乃至3、実施例1乃至5のいずれか一と自由に組みあわせることができる。

【実施例7】

## 【0213】

また、金属層と無機絶縁膜の間に応力緩和膜を設けてもよい。その一例を図13(A)および図13(B)に示す。

## 【0214】

なお、図13(A)は、図1と一部異なる部分(透明保護積層)があるだけであり、その他の部分は同一であるため、図1と同一の部分には同一の符号を用いる。

## 【0215】

1312はスパッタ法または蒸着法により形成する透明保護積層であり、金属薄膜からなる第2の電極311を保護するとともに水分の侵入を防ぐ封止膜となる。図13(A)に示すように、透明保護積層1312は、応力緩和膜1312aと、無機絶縁膜1312bと、応力緩和膜1312cと、無機絶縁膜1312dとの積層からなっている。 10

## 【0216】

図13(A)に示す構成は、特に、第2の電極311と無機絶縁膜1312bとの膜応力差が大きい場合に有効である。第2の電極311と無機絶縁膜1312bとの間に応力緩和膜1312aを挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。

## 【0217】

また、応力緩和膜1312a、1312cとしては、無機絶縁膜1312b、1312dよりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。加えて、透光性を有する材料であることが望ましい。また、応力緩和膜1312a、1312cとしては、NPD(4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル)、BCP(バソキュプロイン)、MTDATA(4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリフェニルアミン)、Alq<sub>3</sub>(トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよく、これらの材料膜は、吸湿性を有し、膜厚が薄ければ、ほぼ透明である。また、MgO、SrO<sub>2</sub>、SrOは吸湿性及び透光性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜1312a、1312cに用いることができる。 20

## 【0218】

また、応力緩和膜1312a、1312cとして、陰極と陽極との間に挟まれている有機化合物を含む層と同じ材料を用いることもできる。

## 【0219】

本実施例は、実施の形態1と自由に組み合わせることができる。 30

## 【0220】

また、他の例を図13(B)に示す。図13(B)は、図3と一部異なる部分(透明保護積層)があるだけであり、その他の部分は同一であるため、図3と同一の部分には同一の符号を用いる。

## 【0221】

1512はスパッタ法または蒸着法により形成する保護積層であり、金属薄膜からなる第2の電極511を保護するとともに水分の侵入を防ぐ封止膜となる。図13(B)に示すように、透明保護積層1512は、応力緩和膜1512aと、無機絶縁膜1512bと、応力緩和膜1512cと、無機絶縁膜1512dとの積層からなっている。 40

## 【0222】

なお、本実施例は下面出射型であるので、保護積層1512は透明である必要は特になく、各膜厚を厚くすることができる。

## 【0223】

図13(B)に示す構成は、特に、第2の電極511と無機絶縁膜1512bとの膜応力差が大きい場合に有効である。第2の電極511と無機絶縁膜1512bとの間に応力緩和膜1512aを挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。

## 【0224】

また、応力緩和膜1512a、1512cとしては、無機絶縁膜1512b、1512dよりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。また、応力緩和膜151 50

2 a、1 5 1 2 c としては、N P D ( 4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル)、B C P (バソキュプロイン)、M T D A T A (4,4',4"-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリフェニルアミン)、A l q<sub>3</sub> (トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよい。また、M g O、S r O<sub>2</sub>、S r O は吸湿性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜 1 5 1 2 a、1 5 1 2 c に用いることができる。

【0 2 2 5】

また、応力緩和膜 1 5 1 2 a、1 5 1 2 c として、陰極と陽極との間に挟まれている有機化合物を含む層と同じ材料を用いることもできる。

【0 2 2 6】

10

また、本実施例は実施の形態 1 乃至 3、実施例 1 乃至 6 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。

【産業上の利用可能性】

【0 2 2 7】

本発明により、水分や酸素のブロッキング効果の高い保護層を提供でき、信頼性の高い発光装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0 2 2 8】

【図 1】実施の形態 1 を示す断面図である。

【図 2】実施の形態 2 を示す断面図である。

20

【図 3】実施の形態 3 を示す断面図である。

【図 4】実施例 1 を示す上面図および断面図である。

【図 5】実施例 1 を示す上面図および断面図である。

【図 6】製造装置を示す図である。(実施例 2)

【図 7】蒸着マスクを示す図である。(実施例 3)

【図 8】素子構造を説明する図である。(実施例 4)

【図 9】電子機器の一例を示す図である。(実施例 5)

【図 10】電子機器の一例を示す図である。(実施例 5)

【図 11】モジュールを示す図である。(実施例 6)

【図 12】ブロック図を示す図である。(実施例 6)

30

【図 13】素子構造を説明する断面図である。(実施例 7)

【符号の説明】

【0 2 2 9】

3 1 0 : E L 層

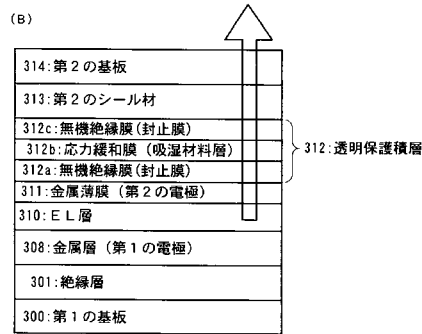
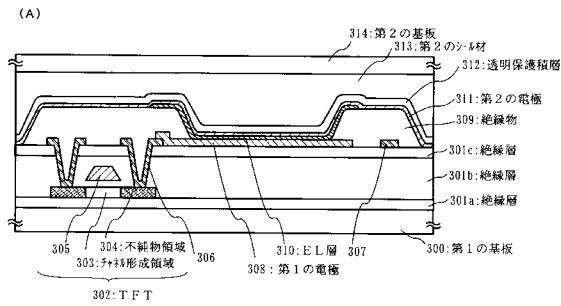
3 1 1 : 金属薄膜

3 1 2 a : 無機絶縁膜

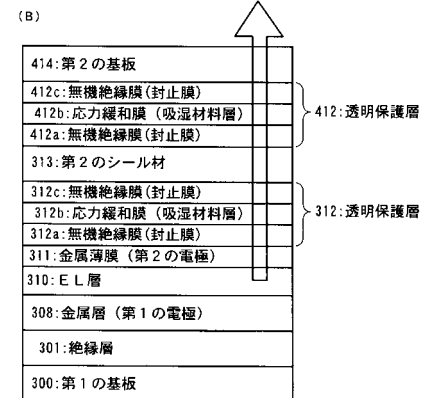
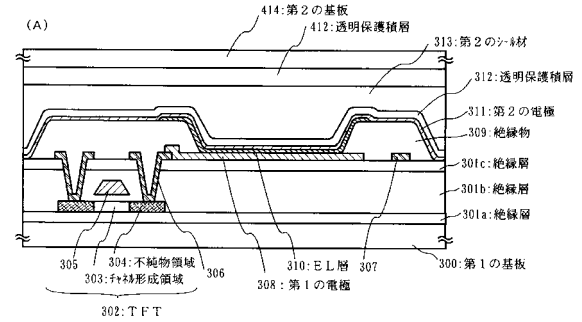
3 1 2 b : 応力緩和膜

3 1 2 c : 無機絶縁膜

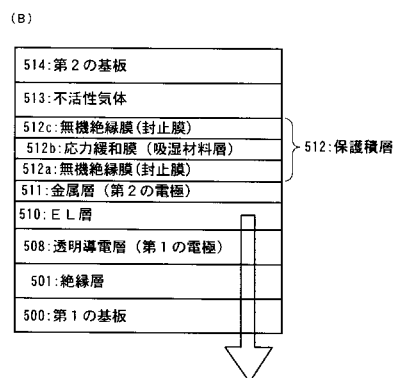
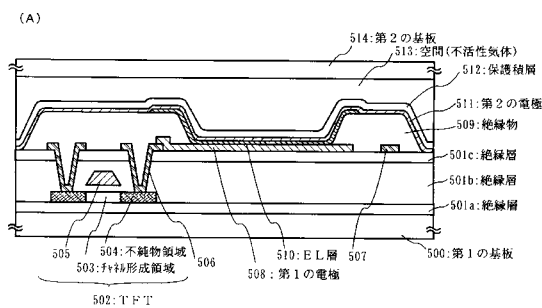
【図 1】



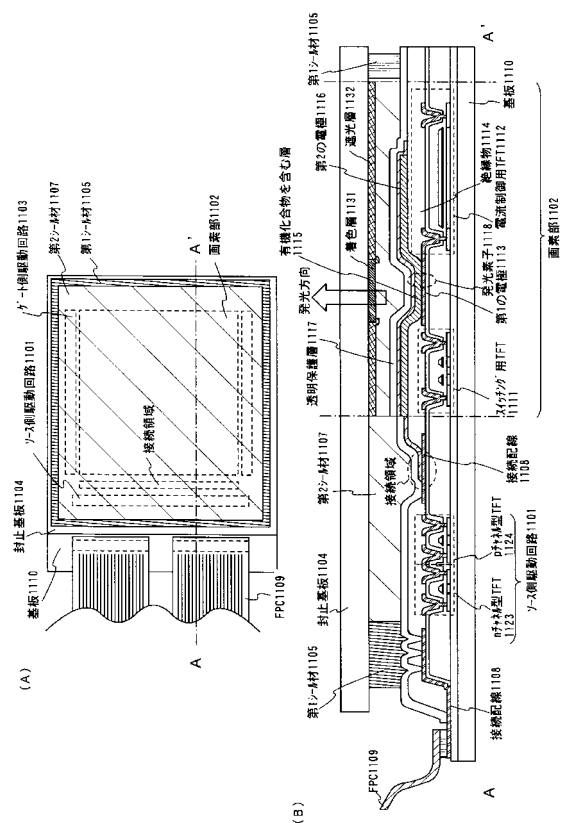
【図 2】



【図 3】

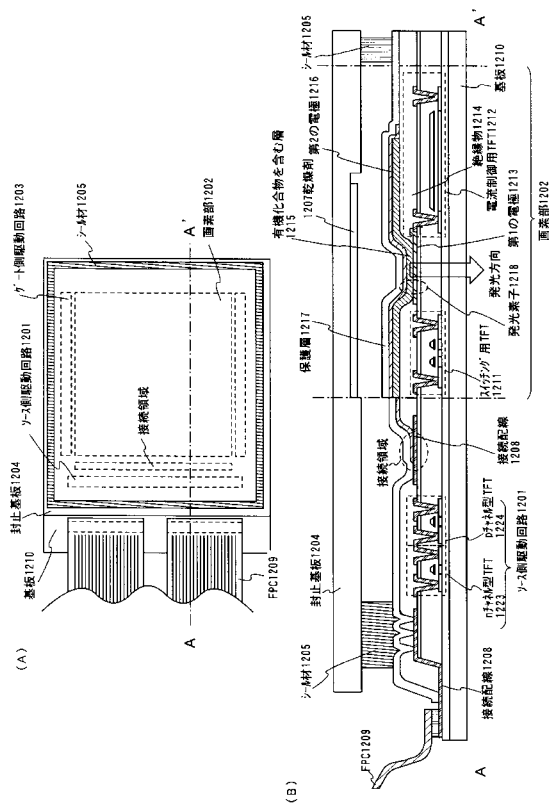


【図 4】

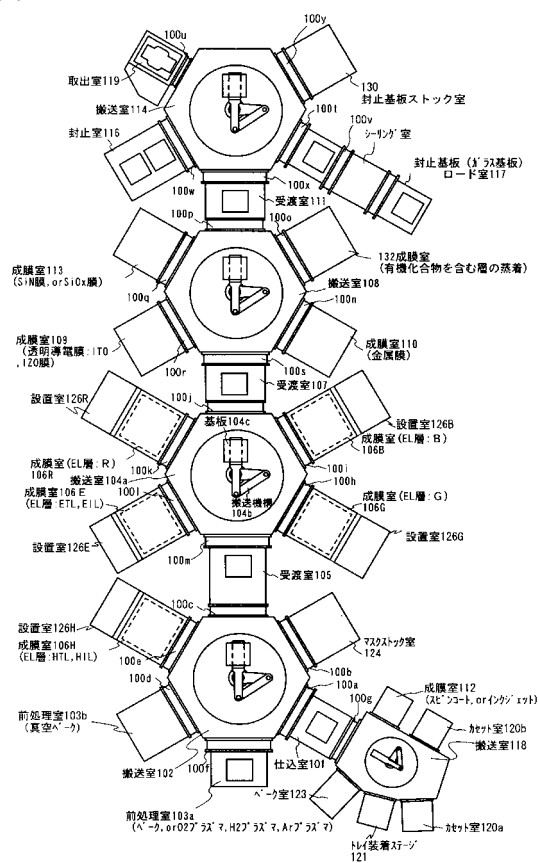




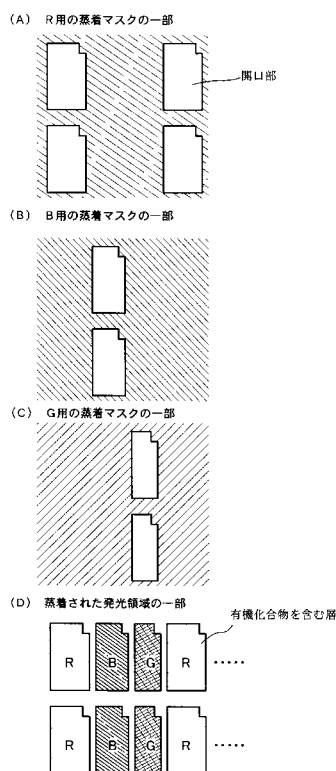
【图 5】



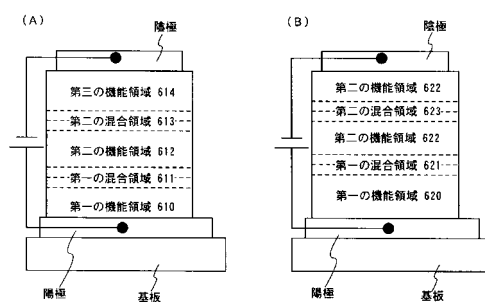
【图 6】



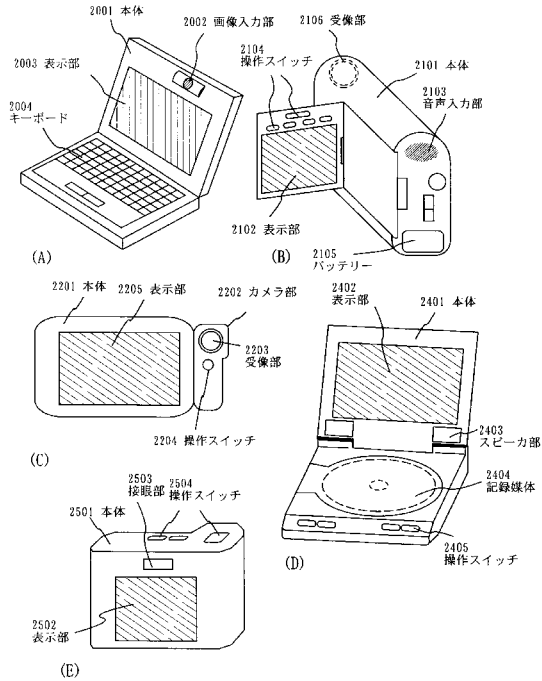
【 図 7 】



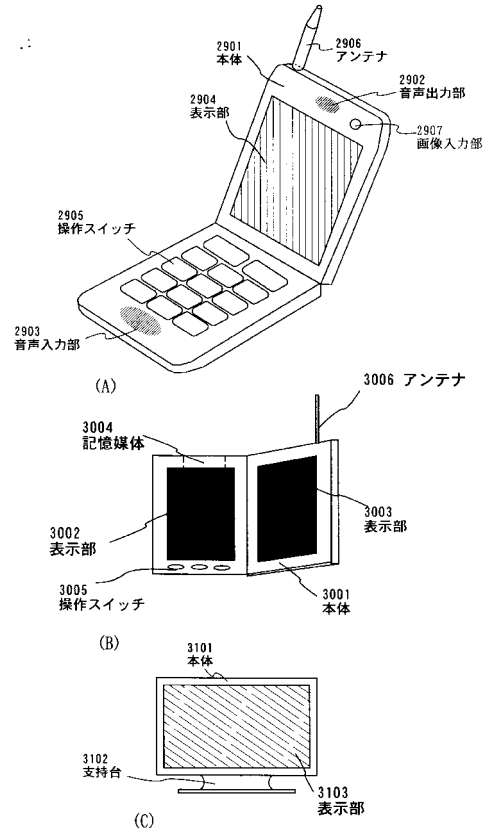
【 図 8 】



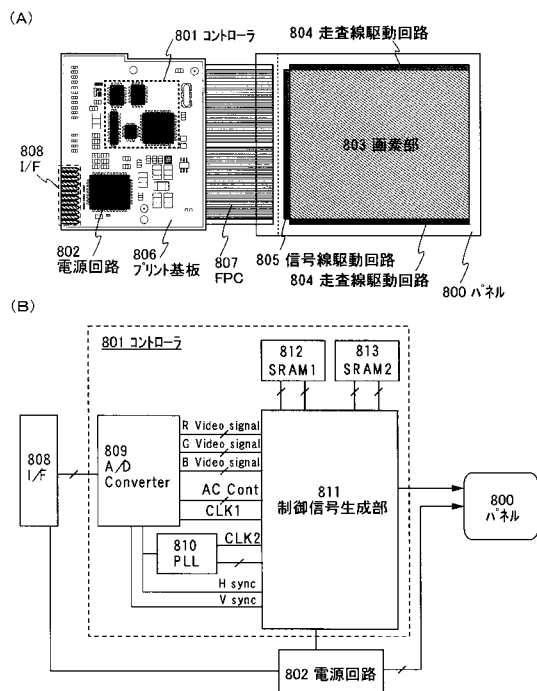
【図 9】



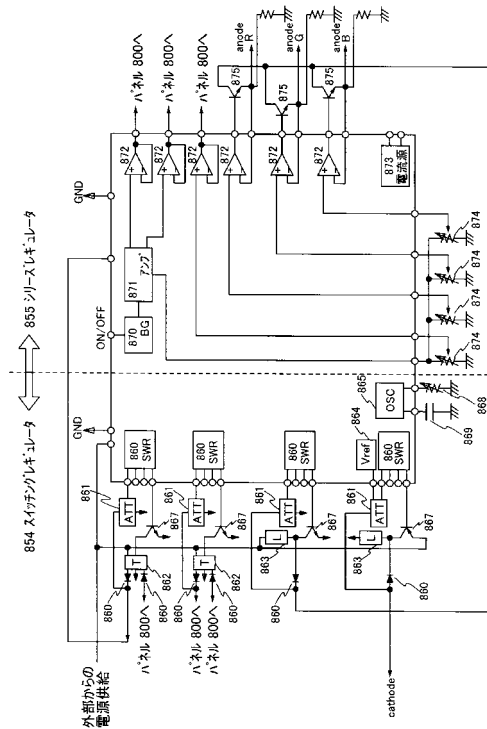
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

