

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3744766号  
(P3744766)**

(45) 発行日 平成18年2月15日 (2006.2.15)

(24) 登録日 平成17年12月2日 (2005.12.2)

(51) Int.Cl.

F I

**H05B 33/22 (2006.01)**

H05B 33/22 Z

**G09F 9/30 (2006.01)**

G09F 9/30 338

**H01L 27/32 (2006.01)**

G09F 9/30 365Z

**H05B 33/10 (2006.01)**

H05B 33/10

**H05B 33/12 (2006.01)**

H05B 33/12 B

請求項の数 2 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-76911 (P2000-76911)  
 (22) 出願日 平成12年3月17日 (2000.3.17)  
 (65) 公開番号 特開2001-250694 (P2001-250694A)  
 (43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)  
 審査請求日 平成15年1月21日 (2003.1.21)  
 (31) 優先権主張番号 特願平11-370013  
 (32) 優先日 平成11年12月27日 (1999.12.27)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001889  
 三洋電機株式会社  
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
 (74) 代理人 100098305  
 弁理士 福島 祥人  
 (72) 発明者 佐野 純一  
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
 洋電機株式会社内

審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子およびその製造方法ならびに表示装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に複数の有機発光素子と前記複数の有機発光素子を選択的に駆動するための複数のトランジスタを備えた表示装置であって、

前記複数のトランジスタは基板上に形成され、前記複数のトランジスタ上に平坦化膜が形成され、前記複数のトランジスタにそれぞれ対応して前記平坦化膜上に前記有機発光素子が形成され、該有機発光素子を構成して前記平坦化膜上に配置させる第1の電極層の間に窒化アルミニウムからなる無機絶縁層が形成されたことを特徴とする表示装置。

【請求項2】

基板上に複数の有機発光素子と前記複数の有機発光素子を  
 選択的に駆動するための複数のトランジスタとを備えた表示装置の製造方法において、  
 前記複数のトランジスタを前記基板上に形成する工程と、  
 前記複数のトランジスタ上に平坦化膜を形成する工程と、  
 前記複数のトランジスタにそれぞれ対応して前記平坦化膜上に前記複数の有機発光素子を形成する工程とを備えることを特徴とする表示装置の製造方法であって、  
 前記有機発光素子を形成する工程には、前記第1の電極層間に窒化アルミニウムからなる無機絶縁層を形成する工程をさらに備えることを特徴とする表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

20

本発明は、有機材料からなる発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子等の有機発光素子およびその製造方法、ならびにこのような有機発光素子を用いた表示装置およびその製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、情報機器の多様化に伴い、一般に使用されているＣＲＴ（陰極線管）に比べて消費電力が少なく容量の小さい平面表示素子に対する要求が高まっている。このような平面表示素子の１つとして、エレクトロルミネッセンス素子（以下、ＥＬ素子と称する）が注目されている。このようなＥＬ素子は、無機材料からなる発光層を有する無機ＥＬ素子と、有機材料からなる発光層を有する有機ＥＬ素子とに大別される。

10

【 0 0 0 3 】

無機ＥＬ素子は、一般に発光部に高電界を作用させ、電界をこの高電界中で加速して発光中心に衝突させることにより、発光中心を励起させて発光させるものである。これに対して、有機ＥＬ素子は、電子注入電極およびホール注入電極からそれぞれ電子およびホールを発光部内へ注入し、これらの電子およびホールを発光中心で再結合させて、有機分子を励起状態にし、この有機分子が励起状態から基底状態に戻る時に蛍光を発生するものである。このような有機ＥＬ素子は、複数の発光部が基板上にマトリクス状に配置された構造を有する。

【 0 0 0 4 】

無機ＥＬ素子は、高電界を必要とするため、駆動電圧として１００Ｖ～２００Ｖの高い電圧を必要とするのに対し、有機ＥＬ素子は、５Ｖ～２０Ｖ程度の低い電圧で駆動できるという利点を有する。

20

【 0 0 0 5 】

また、有機ＥＬ素子では、発光材料である蛍光物質を選択することにより適当な色彩に発光する発光部を得ることができ、マルチカラーまたはフルカラーの表示装置としても利用することが期待される。さらに、有機ＥＬ素子は、低電圧で面発光できるため、液晶表示装置等の表示装置用のバックライトとして利用することも可能である。

【 0 0 0 6 】

図１６は有機ＥＬ素子の製造方法を示す概略図である。有機ＥＬ素子の製造時には、まず図１６（Ａ）に示すように、ガラス基板５０上に透明電極５１を形成する。続いて、図１６（Ｂ）に示すように、透明電極５１上にホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層からなる多層有機薄膜層５２を形成する。さらに、多層有機薄膜層５２上に電極層５３を形成する。このようにして、透明電極５１上に多層有機薄膜層５２および電極層５３が積層された構造を有する有機ＥＬ素子が作製される。

30

【 0 0 0 7 】

図１６（Ｃ）に示すように、駆動回路５４を通じて上記の有機ＥＬ素子に電圧を印加することにより、ガラス基板５０の裏面から光が取り出される。

【 0 0 0 8 】

なお、実際には、ガラス基板５０上に複数の透明電極５１を所定間隔で配置し、各透明電極５１上に多層有機薄膜層５２および電極層５３を順に形成する。それにより、ガラス基板５０上に複数の有機ＥＬ素子を形成する。各素子間はレジスト材料からなる素子分離用絶縁層により分離されている。素子間の分離は有機ＥＬ素子の信頼性に影響する。発光素子間の分離が不十分である場合、有機ＥＬ素子の信頼性の低下に繋がる。

40

【 0 0 0 9 】

このような有機ＥＬ素子を表示装置として利用するためには、有機ＥＬ素子の長寿命化が不可欠である。

【 0 0 1 0 】

有機ＥＬ素子では、水分が侵入すると、多層有機薄膜層５２中に水分が吸収される。それにより、発光部の劣化が引き起こされて有機ＥＬ素子の寿命が短くなる。そのため、透明電極５１上に、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層および電

50

極層 5 3 を連続的に形成した後、これらの層を乾燥剤を充填した封止部材により封止することにより、外気から多層有機薄膜層 5 2 中に水分が侵入することを防止している。

【 0 0 1 1 】

一方、このような有機 E L 素子を具体的にフルカラー平面表示装置として利用する上では、上記のような素子間の分離技術とともに、素子の駆動方法が非常に重要となる。

【 0 0 1 2 】

図 1 7 ( A ) , ( B ) はフルカラー表示用として開発されている有機 E L 素子を用いたアクティブマトリクス型の表示装置の例を示す断面図である。図 1 7 ( A ) , ( B ) に示すように、アクティブマトリクス型の表示装置においては、ガラス基板 5 0 上にまず複数の薄膜トランジスタ ( T F T ) 7 0 を形成し、個々の画素の駆動回路を同一基板上に集積させて作製する。

10

【 0 0 1 3 】

アクティブマトリクス駆動用の薄膜トランジスタ 7 0 の作製時には、ガラス基板 5 0 の所定領域上に活性層 6 1 を形成し、活性層 6 1 を覆うゲート絶縁膜 6 2 を形成する。さらに、ゲート絶縁膜 6 2 上にゲート電極 6 3 を形成し、ゲート電極 6 3 を覆う絶縁膜 6 4 を形成する。続いて、ゲート電極 6 3 の両側の絶縁膜 6 4 およびゲート絶縁膜 6 2 を除去し、ソース電極 6 5 およびドレイン電極 6 6 を形成する。さらに、絶縁膜 6 4 、ソース電極 6 5 およびドレイン電極 6 6 を覆うように保護膜 6 7 を形成する。

【 0 0 1 4 】

上記のようにして複数の薄膜トランジスタ 7 0 を作製した後、ガラス基板 5 0 上の薄膜トランジスタ 7 0 間の領域に透明電極 5 1 を形成する。さらに、この透明電極 5 1 とドレイン電極 6 6 とを結ぶコンタクト配線 6 8 を形成する。続いて、透明電極 5 1 上に、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層からなる多層有機薄膜層 5 2 と、電極層 5 3 とを連続して成膜する。以上のようにして、複数の薄膜トランジスタ 7 0 に対応して有機 E L 素子 4 0 を形成し、薄膜トランジスタ駆動の画素を作製する。

20

【 0 0 1 5 】

上記のような限られた表面積を有するガラス基板 5 0 上に薄膜トランジスタ 7 0 駆動の有機 E L 素子を作製してなるアクティブマトリクス型の表示装置においては、実用化の上で、高精細化および高輝度化を図る必要がある。

【 0 0 1 6 】

30

【 発明が解決しようとする課題 】

前述のように、有機 E L 素子においては、外気から多層有機薄膜層 5 2 中に水分が侵入するのを防止するため、乾燥剤を充填した封止部材による封止を行っている。しかしながら、このような封止を行った場合、発光層の発光に伴って発光層からの発熱が生じるため、長時間の通電により発光層の温度が上昇する。その結果、発光層が劣化し、発光強度が急激に低下する。したがって、有機 E L 素子の長寿命化が図られない。

【 0 0 1 7 】

一方、上記のアクティブマトリクス型の表示装置において輝度の向上を図るためには、図 1 7 ( A ) に示すように、透明電極 5 1 の面積をできるだけ大きくすることが好ましい。図 1 7 ( A ) に示す表示装置においては、薄膜トランジスタ 7 0 のドレイン側の領域に大きな面積を有する透明電極 5 1 が形成されている。この場合、透明電極 5 1 の面積が大きいため、均一な膜厚を有する面積の大きな多層有機薄膜層 5 2 を形成することができる。それにより、有機 E L 素子 4 0 の発光面積が大きくなるので、表示装置の高輝度化が図られる。

40

【 0 0 1 8 】

しかしながら、この場合、薄膜トランジスタ 7 0 の形成領域が少なくなるとともに、ドレイン電極 6 6 と透明電極 5 1 とを結ぶコンタクト配線 6 8 が長くなる。このため、薄膜トランジスタ 7 0 の高集積化を図ることが困難となる。したがって、画素の高集積化が困難であり、高精細な画像が得られない。

【 0 0 1 9 】

50

これに対して、アクティブマトリクス型の表示装置において高精細な画像を得るためには、図１７（Ｂ）に示すように、透明電極５１の面積を小さくして薄膜トランジスタ７０の高集積化を図ることが好ましい。図１７（Ｂ）に示す表示装置においては、図１７（Ａ）に示す表示装置に比べて薄膜トランジスタ７０の形成領域が多くなる。それにより、薄膜トランジスタ７０の高集積化が図られる。したがって、画素の高集積化が図られ、高精細な画像が実現される。

#### 【００２０】

しかしながら、この場合には透明電極５１の面積を十分に確保することができないので、多層有機薄膜層５２の面積も小さくなる。それにより、有機ＥＬ素子４０の発光面積が小さくなる。また、透明電極５１の面積が小さいので、均一な膜厚で透明電極５１上に多層有機薄膜層５２を形成することが困難となる。このように多層有機薄膜層５２の膜厚にばらつきを有する有機ＥＬ素子４０においては、発光むらが生じる。特に、保護膜６７上と接する多層有機薄膜層５２の領域は膜厚が大きくなるので、この部分では発光が起こらなくなる。以上のことから、表示装置において輝度が低下する。

10

#### 【００２１】

本発明は、発熱による発光強度の急激な低下が防止された長寿命の有機発光素子およびその製造方法を提供することである。

#### 【００２２】

本発明の他の目的は、輝度の向上および高精細化を同時に達成することが可能なアクティブマトリクス型の表示装置およびその製造方法を提供することである。

20

#### 【００２３】

#### 【課題を解決するための手段および発明の効果】

第１の発明に係る有機発光素子は、基板上に複数の第１の電極層が所定間隔で配列され、複数の第１の電極層上に有機材料層および第２の電極層が順に積層された有機発光素子であって、基板上の複数の第１の電極層間に無機絶縁層が形成されたものである。

#### 【００２４】

なお、複数の第１の電極層は、基板上に直接形成されてもよく、あるいは基板上に薄膜トランジスタ等の他の素子および平坦化膜を介して形成されてもよい。

#### 【００２５】

本発明に係る有機発光素子においては、基板上の複数の第１の電極層間に形成された無機絶縁層が有機材料に比べて良好な熱伝導性を有する。そのため、有機材料層で発生した熱が第１の電極層および無機絶縁層を介して基板に放散され、さらに基板から外部に放出される。それにより、有機材料層の温度上昇が抑制され、有機材料層の結晶化が防止される。その結果、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。

30

#### 【００２６】

無機絶縁層がセラミックスからなってもよい。セラミックスは高い絶縁性および高い熱伝導性を有するので、十分な絶縁特性を確保しつつ放熱特性の向上が図られる。

#### 【００２７】

セラミックスは窒化物材料または酸化物材料からなってもよい。窒化物材料または酸化物材料はより高い絶縁性および熱伝導性を有するので、より高い絶縁特性および放熱特性が得られる。

40

#### 【００２８】

セラミックスは窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化チタン、酸化アルミニウムおよび酸化珪素から選択された１または２以上の材料からなることが好ましい。これらの材料は特に高い絶縁性および熱伝導性を有するので、さらに高い絶縁特性および放熱特性を得ることができる。それにより、さらなる長寿命化が図られる。

#### 【００２９】

各第１の電極層上に所定間隔で複数の素子領域が設けられ、有機材料層は各第１の電極層上の複数の素子領域上に形成され、無機絶縁層は複数の第１の電極層間から各第１の電極層上の複数の素子領域間に延びてもよい。

50

## 【0030】

この場合、第1の電極層上の素子領域間が無機絶縁層により分離される。各第1の電極層上の各素子領域の有機材料層で発生した熱が素子領域間の無機絶縁層および第1の電極層を介して基板に放散され、さらに基板から外部に放出される。それにより、有機材料層の放熱がさらに良好に行われ、有機材料層の結晶化が十分に防止される。

## 【0031】

第2の発明に係る有機発光素子の製造方法は、基板上に複数の第1の電極層、有機材料層および第2の電極層が順に積層された有機発光素子の製造方法であって、基板上に所定間隔で複数の第1の電極層を形成し、基板上的複数の第1の電極層間に無機絶縁層を形成するものである。

10

## 【0032】

本発明に係る製造方法により製造された有機発光素子においては、基板上的複数の第1の電極層間に形成された無機絶縁層が有機材料に比べて良好な熱伝導性を有する。そのため、有機材料層で発生した熱が第1の電極層および無機絶縁層を介して基板に放散され、さらに基板から外部に放出される。それにより、有機材料層の温度上昇が抑制され、有機材料層の結晶化が防止される。その結果、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。

## 【0033】

無機絶縁層をスパッタ法により形成してもよい。この場合、比較的低温で無機絶縁層を形成することができるため、高温で変形が生じるレジストパターンを用いて絶縁層をパターンニングすることが可能となる。

20

## 【0034】

第3の発明に係る表示装置は、基板上に複数の有機発光素子と複数の有機発光素子を選択的に駆動するための複数のトランジスタとを備えた表示装置であって、複数のトランジスタは基板上に形成され、複数のトランジスタ上に平坦化膜が形成され、複数のトランジスタにそれぞれ対応して平坦化膜上に複数の有機発光素子が形成されたものである。

## 【0035】

本発明に係る表示装置は、基板上に複数の有機発光素子と複数のトランジスタとが形成されてなるアクティブマトリクス型の表示装置である。この表示装置において、有機発光素子は平坦化膜を介してそれぞれ対応するトランジスタ上に形成されている。

30

## 【0036】

上記の表示装置においては、平坦化膜上に有機発光素子が形成されるため、有機発光素子形成領域を広くとることができ、有機発光素子の面積を大きくすることが可能である。このため、発光面積を十分に確保することが可能となる。また、この場合においては、有機発光素子を構成する層が均一な膜厚で形成されるので、発光むらの発生を防止できる。以上のことから、上記の表示装置においては、輝度の向上を図ることが可能となる。

## 【0037】

また、上記の表示装置においては、有機発光素子が平坦化膜上に形成されているため、基板上においてトランジスタ形成領域を十分に確保することができる。このため、トランジスタの高集積化を図ることが可能となる。それにより、上記の表示装置においては、高精細な画像を得ることが可能となる。

40

## 【0038】

以上のことから、本発明に係る表示装置においては、高輝度化および高精細化が同時に図られる。

## 【0039】

各有機発光素子は、平坦化膜上に第1の電極層、有機材料層および第2の電極層が順に積層されてなり、平坦化膜は、各トランジスタのドレイン電極上に開口部を有し、各有機発光素子の第1の電極層は、開口部を通して対応するトランジスタのドレイン電極に電氣的に接続されてもよい。

## 【0040】

50

この場合、トランジスタのドレイン電極と、このトランジスタに対応する有機発光素子の第1の電極層とを接続するための配線が不要となる。したがって、平坦化膜上において有機発光素子形成領域を広くとることが可能になるとともに、基板上においてトランジスタ形成領域を広くとることが可能になる。

【0041】

第1の電極層は透光性材料からなり、平坦化膜は透光性材料からなり、基板は透光性材料からなってもよい。このような第1の電極層、平坦化膜および基板を有する表示装置においては、有機発光素子の有機材料層において発生した光を第1の電極層、平坦化膜および基板を介して基板の他面側から取り出すことが可能となる。

【0042】

また、第2の電極層は透光性材料からなってもよい。このような第2の電極層を有する表示装置においては、有機発光素子の有機材料層において発生した光を第2の電極層を介して基板と反対側から取り出すことが可能となる。

【0043】

さらに、平坦化膜上の第1の電極層の間に無機絶縁層が形成されてもよい。この場合、無機絶縁層が有機材料に比べて良好な熱伝導性を有するため、有機材料層で発生した熱が第1の電極層および無機絶縁層を介して基板に放散され、さらに基板から外部に放出される。それにより、有機材料層の温度上昇が抑制され、有機材料層の結晶化が防止される。その結果、有機発光素子において、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。それにより、信頼性の高い表示装置が実現可能となる。

【0044】

第4の発明に係る表示装置の製造方法は、基板上に複数の有機発光素子と複数の有機発光素子を選択的に駆動するための複数のトランジスタとを備えた表示装置の製造方法であって、複数のトランジスタを基板上に形成する工程と、複数のトランジスタ上に平坦化膜を形成する工程と、複数のトランジスタにそれぞれ対応して平坦化膜上に複数の有機発光素子を形成する工程とを備えるものである。

【0045】

本発明に係る表示装置の製造方法はアクティブマトリクス型の表示装置の製造方法である。この表示装置の製造方法においては、トランジスタ上に平坦化膜を形成し、平坦化膜上に有機発光素子を形成する。それにより、平坦化膜上において有機発光素子形成領域を広く取ることが可能となる。このため、発光面積を十分確保することが可能となる。また、この場合においては、有機発光素子を構成する層を均一な膜厚で形成することが可能となる。このため、発光むらの発生を防止することができる。以上のことから、上記の表示装置の製造方法によれば、高輝度化が図られた表示装置を製造することが可能となる。

【0046】

また、上記の表示装置の製造方法においては、有機発光素子を平坦化膜上に形成するので、基板上においてトランジスタ形成領域を十分に確保することができる。このため、トランジスタの高集積化を図ることが可能となる。このように、上記の表示装置の製造方法によれば、高精細化が図られた表示装置を製造することが可能となる。

【0047】

以上のことから、本発明に係る表示装置の製造方法によれば、高輝度化および高精細化が同時に図られた表示装置を製造することが可能となる。

【0048】

有機発光素子を形成する工程は、各トランジスタのドレイン電極上の平坦化膜上に開口部を形成する工程と、開口部内のドレイン電極から平坦化膜上に延びる第1の電極層を形成する工程と、第1の電極層上に有機材料層および第2の電極層を順に形成する工程とを含んでもよい。

【0049】

この場合においては、平坦化膜の開口部を通してトランジスタのドレイン電極と有機発光素子の第1の電極層とを電氣的に接続することが可能となる。したがって、トランジスタ

10

20

30

40

50

のドレイン電極と有機発光素子の第1の電極層とを接続するための配線が不要となる。それにより、平坦化膜上において有機発光素子形成領域を広くとることが可能になるとともに、基板上においてトランジスタ形成領域を広くとることが可能になる。

#### 【0050】

有機発光素子を形成する工程は、第1の電極層間に無機絶縁層を形成する工程をさらに備えてもよい。この場合、無機絶縁層が有機材料層に比べて良好な熱伝導性を有するため、有機材料層で発生した熱を第1の電極層および無機絶縁層を介して基板上に放散し、さらに基板から外部に放出することが可能となる。それにより、有機材料層の温度上昇が抑制され、有機材料層の結晶化が防止される。その結果、有機発光素子において、長時間の通電により発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。このため、信頼性の高い表示装置が実現可能となる。

10

#### 【0051】

##### 【発明の実施の形態】

図1～図7は本発明の第1の実施例における有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と略称する）の製造方法を示す工程断面図であり、（a）はホール注入電極に平行な方向に沿った断面を示し、（b）はホール注入電極に垂直な方向に沿った断面を示す。また、図8は図4の工程における基板の平面図である。

#### 【0052】

図1（a）、（b）において、基板1としてガラス基板を用いる。基板1上に、スパッタ法によりITO（インジウム・錫酸化物）からなる膜厚0.1μmの透明導電膜を形成する。その後、透明導電膜上にレジストを塗布し、プリベーク（露光前ベーク）を行った後、レジストに所定のパターンを露光し、現像を行う。現像後、ポストベーク（現像後ベーク）を行い、基板1を塩化第2鉄溶液に浸漬してエッチングを行う。エッチング終了後、レジストを剥離する。このようにして、基板1上に膜厚0.1μmの透明導電膜からなる複数のホール注入電極2が所定間隔で形成される。

20

#### 【0053】

基板1を洗浄した後、基板1および複数のホール注入電極2上に、PMGI（Poly di-Methyl Glutar Imide）を塗布してベークすることにより、PMGI膜を形成する。さらに、PMGI膜上に感光性ポジ型レジストを塗布し、所定の温度でプリベークした後、レジスト上に所定のパターンを露光し、現像を行う。このようにして、図2（a）、（b）に示すように、ホール注入電極2上に所定間隔でPMGI層10および断面テーパ形状の感光性ポジ型レジスト層11からなるアンダーカットパターン12が形成される。

30

#### 【0054】

その後、スパッタ法により基板1上の複数のホール注入電極2間および複数のホール注入電極2上に、AlN（窒化アルミニウム）からなる膜厚0.2μmの無機絶縁膜を形成する。これにより、ホール注入電極2の膜厚による0.1μmの段差が無機絶縁膜により埋め込まれて平坦性が確保される。

#### 【0055】

無機絶縁膜の形成後、基板1をNMP（N-Methyl-2-Pyrrolidone）液に浸し、PMGI層10および感光性ポジ型レジスト層11を除去する。このようにして、図3（a）、（b）に示すように、各ホール注入電極2上に所定間隔で開口部を有するAlNからなる無機絶縁層3が基板1上のホール注入電極2間およびホール注入電極2上に形成される。

40

#### 【0056】

次に、無機絶縁層3およびホール注入電極2の表面にレジストを塗布し、プリベークを行った後、レジストに所定のパターンを露光し、現像を行う。それにより、図4（a）、（b）に示すように、無機絶縁層3上にレジストからなる隔壁分離層4がリブとして形成される。

#### 【0057】

図8には、図4（a）、（b）の工程における基板1の平面図が示されている。図4（a）は図8のA-A線断面を示し、図4（b）は図8のB-B線断面を示している。

50

## 【0058】

この場合、後の工程で形成される多層有機薄膜層、電子注入電極および保護膜に段切れを生じさせるために、逆テーパ型のレジストを用い、さらにレジストの膜厚を多層有機薄膜層、電子注入電極および保護膜の合計の膜厚に比べて大きくする。それにより、高い段差が形成される。本実施例では、多層有機薄膜層、電子注入電極および保護膜の合計の膜厚を約  $0.6 \mu\text{m}$  とし、隔壁分離層 4 の膜厚を  $4 \mu\text{m}$  とする。

## 【0059】

次に、図 5 (a), (b) に示すように、ホール注入電極 2、無機絶縁層 3 および隔壁分離層 4 上に、蒸着法によりホール注入層、ホール輸送層、発光層および電子輸送層からなる多層有機薄膜層 5 を形成する。

10

## 【0060】

本実施例では、ホール注入層として、膜厚  $200 \text{ \AA}$  の CuPc (銅フタロシアニン: Copper(II)phthalocyanine) を用い、ホール輸送層として、膜厚  $1200 \text{ \AA}$  の NPB (N,N'-Di(naphthalene-1-yl)-N,N'-Di(phenyl-benzidine)) を用いる。また、発光層として、膜厚  $300 \text{ \AA}$  の Alq<sub>3</sub> (Tris(8-quinolinolato)aluminum) にクマリン - 6 を 2% 添加したものを、電子輸送層として、膜厚  $200 \text{ \AA}$  の Alq<sub>3</sub> を用いる。

## 【0061】

次いで、図 6 (a), (b) に示すように、多層有機薄膜層 5 上に、蒸着法により Mg および In の合金からなる膜厚  $2000 \text{ \AA}$  の電子注入電極 6 を形成する。このようにして、基板 1 上に緑色を発光する複数の有機 EL 素子が形成される。

20

## 【0062】

最後に、図 7 (a), (b) に示すように、複数の有機 EL 素子上に蒸着法により保護膜 (図示せず) を形成した後、封止剤 7 を用いて基板 1 上の複数の有機 EL 素子を封止する。この場合、多層有機薄膜層 5 は、水分を吸収しやすく、水分を吸収すると、発光強度の劣化が生じやすいため、乾燥窒素雰囲気中で封止を行う。

## 【0063】

上記のように、本実施例の有機 EL 素子においては、基板 1 間の複数のホール注入電極 2 間およびホール注入電極 2 上の発光素子間に AlN からなる無機絶縁層 3 が形成されている。

## 【0064】

AlN は、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂等の樹脂に比べて高い熱伝導率を有する。例えば、アクリル樹脂の熱伝導率は  $0.17 \sim 0.25 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  である (理化年表 (平成 9 年版) 国立天文台編, 485 頁)。これに対して、AlN の熱伝導率は  $320 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  である (技報堂出版株式会社、セラミック工学ハンドブック (1989), 2022 頁)。そのため、ホール注入電極 2 間およびホール注入電極 2 上に AlN からなる無機絶縁層 3 を形成した場合には、ホール注入電極 2 間をアクリル系樹脂やポリイミド系樹脂によりコーティングする場合に比べて、多層有機薄膜層 5 で発生した熱がホール注入電極 2 および無機絶縁層 3 を介して基板 1 に容易に放散され、さらに基板 1 から外部に良好に放出される。それにより、多層有機薄膜層 5 の温度上昇が抑制され、多層有機薄膜層 5 の結晶化が防止される。その結果、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。

30

40

## 【0065】

なお、無機絶縁層 3 の材料として、AlN の代わりに、SiN (窒化ケイ素)、TiN (窒化チタン)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (酸化アルミニウム)、SiO<sub>2</sub> (酸化珪素) 等の他のセラミックスを用いてもよい。あるいは、無機絶縁層 3 の材料として、AlN、SiN、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 等の複数のセラミックスから選択された 2 以上の材料を用いてもよい。

## 【0066】

例えば、SiN の熱伝導率は  $9.6 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  である (技報堂出版株式会社、セラミック工学ハンドブック (1989), 2016 頁)。また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の熱伝導率は  $25 \sim 3$

50

1 W / m · Kである（技報堂出版株式会社、セラミック工学ハンドブック（1989），2006頁）。さらに、SiO<sub>2</sub>の熱伝導率は1.4 W / m · Kである（理化年表（平成9年版）国立天文台編，485頁）。

【0067】

ここで、上記実施例の有機EL素子および比較例の有機EL素子の信頼性を比較するために輝度の経時変化を室温で評価した。比較例の有機EL素子においては、実施例の有機EL素子における無機絶縁層3の代わりに、レジストを窒素雰囲気中で加熱処理により硬化させることにより形成した絶縁層を用いた。硬化温度は200であり、硬化時間は20分である。比較例の有機EL素子の他の構成は、実施例の有機EL素子の構成と同一である。

10

【0068】

図9は実施例および比較例の有機EL素子の輝度の経時変化の評価結果を示す図である。

【0069】

図9に示すように、実施例の有機EL素子では、比較例の有機EL素子に比べて、輝度の低下が抑制されており、1000時間以上経過後には、輝度の低下の差異が顕著に表れている。このように、実施例の有機EL素子では、高い信頼性が確保されるとともに、長寿命化が図られていることがわかる。

【0070】

図10（A）～（D）、図11（E）、（F）および図12（G）～（I）は本発明の第2の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

20

【0071】

図10（A）に示すように、基板20としてガラス基板を用いる。基板20上に活性層21を形成し、活性層21を覆うゲート絶縁膜22を形成する。さらに、ゲート絶縁膜22上にゲート電極23を形成し、ゲート電極23を覆う絶縁膜24を形成する。

【0072】

次に、ゲート電極23の両側の絶縁膜24およびゲート絶縁膜22を除去し、コンタクトホールを形成する。コンタクトホールを埋め込むように、スパッタ法により膜厚0.6 μmのアルミニウム膜を形成する。アルミニウム膜にレジストを塗布してプリベークを行った後、レジストに所定のパターンを露光し、現像を行う。レジストにポストベークを行った後、レジストをマスクとしてアルミニウム膜をエッチングする。エッチング終了後、レジストを剥離する。それにより、ソース電極25およびドレイン電極26が形成される。このようにして、後述する有機EL素子を選択的に駆動させるための薄膜トランジスタ15が形成される。

30

【0073】

ここで、有機EL素子は電力駆動型の素子であることから、本実施例においては、電子の移動度の大きな低温多結晶シリコンからなる活性層21を有する薄膜トランジスタ15を形成している。この薄膜トランジスタ15において、ソース電極25およびゲート電極23はランダムアクセスが可能なようにライン配列とし、それぞれの電極25、23から配線を引き延ばしている。この場合、ソース電極25およびゲート電極23は互いに直交する配列となっている。一方、ドレイン電極26は、後述するようにホール注入電極29と直接接触するのでパッドのみの配列としている。

40

【0074】

また、本実施例の表示装置においては、後述するように薄膜トランジスタ15から有機EL素子のホール注入電極にホールを注入する。このため、本実施例では、薄膜トランジスタ15としてPチャネル形の薄膜トランジスタを形成している。

【0075】

次に、図10（B）に示すように、絶縁膜24、ソース電極25およびドレイン電極26を覆うように膜厚0.8 μmのSiNからなる保護膜27を減圧プラズマCVD（化学的気相成長）法により形成する。さらに、ドレイン電極26と後の工程で形成されるホール注入電極とを接続するために、保護膜27上にレジストをパターニングするとともにこの

50

レジストを用いて保護膜 27 をドライエッチングし、ドレイン電極 26 上の保護膜 27 にコンタクトホールを形成する。

【0076】

その後、図 10 (C) に示すように、基板 20 上の薄膜トランジスタ 15 上に、アクリル系の感光性の平坦化膜 28 をスピンコート法により約  $1\text{ }\mu\text{m}$  の膜厚に塗布した後、ホットプレート上において  $80^\circ\text{C}$  で 10 分間プリベークを行う。本実施例では、感光性の平坦化膜 28 として日産化学製の UHP-010 を用いる。さらに、薄膜トランジスタのドレイン電極 26 上の平坦化膜 28 にコンタクトホールを形成するために、高圧水銀灯から分光したエネルギー  $120\text{ mJ}/\text{cm}^2$  の i 線を平坦化膜 28 に照射して露光を行う。露光後、基板 20 を炭酸ナトリウム水溶液に 90 秒浸漬して現像を行う。現像後、基板 20 を純水で洗浄する。このようにして、ドレイン電極 26 上の平坦化膜 28 にコンタクトホールが形成される。コンタクトホールの形成後、ホットプレート上で基板 20 を  $190^\circ\text{C}$  で 15 分間ベークする。

10

【0077】

なお、後述するように、本実施例においては、平坦化膜 28 上に形成した有機 EL 素子 16 で発生した光を平坦化膜 28 を介して基板 20 の裏面側から取り出す (図 12 (I))。したがって、平坦化膜 28 の可視光透過率は高い方が好ましい。このように光を平坦化膜 28 および基板 20 を介して取り出す場合、平坦化膜 28 および基板 20 は透光性材料から構成される。

【0078】

20

また、平坦化膜 28 上に形成した有機 EL 素子 16 に水分が侵入すると、有機 EL 素子 16 の寿命が低下する。このことから、有機 EL 素子 16 への水分の侵入を防止するため、平坦化膜 28 の吸水性は低い方が好ましい。

【0079】

さらに、有機 EL 素子 16 を構成する層の膜厚が不均一であると発光むら等が生じることから、有機 EL 素子 16 を構成する層を均一な膜厚で形成するために、平坦化膜 28 の平坦性は高い方が好ましい。したがって、平坦化膜 28 の材料は、粘性が低く均一に塗布できるものが好ましい。

【0080】

次に、スパッタ法により平坦化膜 28 上に ITO からなる膜厚  $0.1\text{ }\mu\text{m}$  の透明導電膜を形成する。透明導電膜上にレジストを塗布し、プリベークを行った後、レジストに所定のパターンを露光し、現像を行う。現像後、ポストベークを行い、基板 20 を塩化第 2 鉄溶液に浸漬してエッチングを行う。エッチング終了後、基板 20 を洗浄して乾燥させ、さらに基板 20 を約  $100^\circ\text{C}$  に加熱した NMP 液に浸漬してレジストを除去する。その後、約  $70^\circ\text{C}$  に加熱した IPA で洗浄を行い乾燥させる。このようにして、図 10 (D) に示すように、平坦化膜 28 のコンタクトホール内のドレイン電極 26 から平坦化膜 28 上に延びる透明導電膜からなるホール注入電極 29 が形成される。

30

【0081】

基板 20 を洗浄した後、平坦化膜 28 およびホール注入電極 29 上に、PMGI を塗布してベークすることにより PMGI 膜を形成する。さらに、PMGI 膜上に感光性ポジ型レジストを塗布し、所定の温度でプリベークした後、レジストに所定のパターンを露光し、現像を行う。このようにして、図 11 (E) に示すように、ホール注入電極 29 上に所定間隔で PMGI 層 30 および断面テーパ形状の感光性ポジ型レジスト層 31 からなるアンダーカットパターン 32 が形成される。

40

【0082】

その後、図 11 (F) に示すように、スパッタ法により平坦化膜 28 上の複数のホール注入電極 29 間および複数のホール注入電極 29 上に、AlN からなる膜厚  $0.2\text{ }\mu\text{m}$  の無機絶縁膜 33 を形成する。これにより、ホール注入電極 29 による  $0.1\text{ }\mu\text{m}$  の段差が無機絶縁膜 33 により埋め込まれて平坦性が確保される。

【0083】

50

無機絶縁膜 33 の形成後、基板 20 を NMP 液に浸し、PMGI 層 30 および感光性ポジ型レジスト層 31 を除去する。このようにして、図 12 (G) に示すように、各ホール注入電極 29 上に所定間隔で開口部を有する AlN からなる無機絶縁層 33a が平坦化膜 28 上のホール注入電極 29 間およびホール注入電極 29 上に形成される。

【0084】

次に、図 12 (H) に示すように、ホール注入電極 29 および無機絶縁層 33a 上に、蒸着法によりホール注入層、ホール輸送層、発光層および電子輸送層を順に形成し、多層有機薄膜層 34 を形成する。

【0085】

本実施例では、ホール注入層として、膜厚 200 の CuPc を用い、ホール輸送層として、膜厚 1200 の NPB を用いる。また、発光層として、膜厚 300 の Alq<sub>3</sub> にクマリン - 6 を 2 % 添加したものをを用い、電子輸送層として、膜厚 200 の Alq<sub>3</sub> を用いる。なお、上記の組成を有する発光層は緑色発光する。

【0086】

次いで、多層有機薄膜層 34 上に、蒸着法により Mg および In 合金からなる膜厚 2000 の電子注入電極 35 を形成する。このようにして、平坦化膜 28 上に緑色発光する複数の有機 EL 素子 16 が形成される。

【0087】

最後に、図 12 (I) に示すように、複数の有機 EL 素子 16 上に蒸着法により保護膜 (図示せず) を形成した後、封止剤 36 を用いて平坦化膜 28 上の複数の有機 EL 素子 16 を封止する。この場合、多層有機薄膜層 34 は、水分を吸収しやすく、水分を吸収すると、発光強度の劣化が生じやすいため、乾燥窒素雰囲気中で封止を行う。

【0088】

以上のようにして、基板 20 上に薄膜トランジスタ 15 と有機 EL 素子 16 とが複数形成されてなるアクティブマトリクス型の表示装置を作製する。この表示装置において、有機 EL 素子 16 の発光層で発生した光は、ホール注入電極 29、平坦化膜 28 および基板 20 を介して、基板 20 の裏面側から取り出される。この場合、ホール注入電極 29、平坦化膜 28 および基板 20 が透光性材料から構成されているので、光の損失は少ない。

【0089】

上記のように、本実施例の表示装置においては、平坦化膜 28 上の複数のホール注入電極 29 間およびホール注入電極 29 上の有機 EL 素子 16 間に AlN からなる無機絶縁層 33a が形成されている。上記のように、AlN からなる無機絶縁層 33a はアクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂等の樹脂に比べて高い熱伝導率を有する。そのため、多層有機薄膜層 34 で発生した熱がホール注入電極 29 および無機絶縁層 33a を介して平坦化膜 28 に容易に放散され、さらに平坦化膜 28 から外部に良好に放出される。それにより、多層有機薄膜層 34 の温度上昇が抑制され、多層有機薄膜層 34 の結晶化が防止される。その結果、有機 EL 素子 16 において、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。

【0090】

また、本実施例においては、平坦化膜 28 を形成することにより、薄膜トランジスタ 15 上に平坦でかつ大きな面積を有する有機 EL 素子形成領域を確保することができる。したがって、この領域に大きな面積を有するホール注入電極 29 を形成することにより、多層有機薄膜層 34 を均一な膜厚かつ大きな面積で形成することが可能となる。このため、有機 EL 素子 16 において十分な発光面積が得られるとともに、発光むらを低減できる。したがって、このような有機 EL 素子 16 を備える表示装置においては、輝度の向上が図られる。

【0091】

ここで、この場合においては平坦化膜 28 を介して薄膜トランジスタ 15 の上に有機 EL 素子 16 を形成するので、基板 20 上において薄膜トランジスタ形成領域を十分に確保することができる。また、このような構造においては、有機 EL 素子 16 のホール注入電極

10

20

30

40

50

29をコンタクトホール内で薄膜トランジスタ15のドレイン電極26と直接接触させるので、ドレイン電極26とホール注入電極29とを接続させるための配線が不要となる。したがって、本実施例の表示装置においては、薄膜トランジスタ15の集積化を図ることが可能となる。それにより、表示装置において高精細な画像を得ることが可能となる。

【0092】

以上のことから、本実施例の表示装置においては、高い信頼性を安定して維持することが可能であるとともに、高精細化および高輝度化が同時に図ることが可能となる。

【0093】

なお、上記の実施例においては、緑色発光する複数の有機EL素子16が基板20上に形成されてなる表示装置について説明したが、緑色発光、青色発光および赤色発光する有機EL素子を基板上に複数形成することにより、フルカラー表示の表示装置を作製することが可能となる。このようなフルカラー表示の表示装置の作製時には、各有機EL素子の多層有機薄膜層の形成の際に、金属マスクを用いて組成の異なる発光層をそれぞれ形成する（発光層の塗り分け）。この場合について以下に説明する。

【0094】

図13は本発明の第3の実施例における表示装置の製造方法を示す模式的な工程断面図である。なお、第3の実施例において、図13に示す工程より前の工程は、第2の実施例の図10(A)～(D)、図11(E)、(F)、図12(G)に示す工程と同様である。

【0095】

本実施例においては、図10(A)～(D)、図11(E)、(F)、図12(G)に示す工程を行った後、図13(A)に示すように、所定のホール注入電極29上に開口部を有する金属マスク80aを無機絶縁層33a上および残りのホール注入電極29上に形成する。この金属マスク80aを用いて、開口部内で露出したホール注入電極29上にホール注入層、ホール輸送層、発光層および電子輸送層を順に積層し、多層有機薄膜層34aを形成する。

【0096】

ここでは、ホール注入層として膜厚200のCuPcを用い、ホール輸送層として膜厚500のNPBを用いる。また、発光層として、膜厚400のAlq<sub>3</sub>にクマリン-6を添加したものをを用い、電子輸送層として膜厚300のAlq<sub>3</sub>を用いる。なお、このような組成を有する発光層は緑色発光する。このようにして多層有機薄膜層34aを形成した後、金属マスク80aを除去する。

【0097】

次に、図13(B)に示すように、所定のホール注入電極29上に開口部を有する金属マスク80bを無機絶縁層33a上および残りのホール注入電極29上に形成する。なお、この場合の所定のホール注入電極29とは、多層有機薄膜層34aを形成した上記のホール注入電極29に隣接するホール注入電極29のことである。この金属マスク80bを用いて、開口部内で露出したホール注入電極29上にホール注入層、ホール輸送層、発光層および電子輸送層を順に積層し、多層有機薄膜層34bを形成する。

【0098】

なお、多層有機薄膜層34bは、膜厚400のAlq<sub>3</sub>にペリレンを添加したものを発光層として用いる点を除いて、上記の多層有機薄膜層34aと同様の構成を有する。この場合、発光層は青色発光する。多層有機薄膜層34bを形成した後、金属マスク80bを除去する。

【0099】

さらに、図13(C)に示すように、所定のホール注入電極29上に開口部を有する金属マスク80cを無機絶縁層33a上および残りのホール注入電極29上に形成する。なお、この場合の所定のホール注入電極29とは、多層有機薄膜層34bが形成された上記のホール注入電極29に隣接するホール注入電極29のことである。この金属マスク80cを用いて、開口部内で露出したホール注入電極29上に、ホール注入層、ホール輸送層、発光層および電子輸送層を順に積層してなる多層有機薄膜層34cを形成する。

## 【 0 1 0 0 】

なお、多層有機薄膜層 3 4 c は、膜厚 4 0 0 の A 1 q<sub>3</sub> に D C M 2 を添加したものを発光層として用いる点を除いて、上記の多層有機薄膜層 3 4 a と同様の構成を有する。なお、D C M 2 は、4-Dicyanomethylene-2-methyl-6-[2-(2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]quinolizin-8-yl)vinyl]-4H-pyran である。この場合、発光層は赤色発光する。多層有機薄膜層 3 4 c を形成した後、金属マスク 8 4 c を除去する。

## 【 0 1 0 1 】

次に、図 1 3 ( D ) に示すように、多層有機薄膜層 3 4 a ~ 3 4 c 上に、M g および I n の合金からなる膜厚 2 0 0 0 の電子注入電極 3 5 を形成する。このようにして、緑色、青色および赤色をそれぞれ発光する複数の有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c が平坦化膜 2 8 上に形成される。

10

## 【 0 1 0 2 】

最後に、前述の図 1 2 ( A ) に示す方法と同様の方法により、封止剤 3 6 を用いて平坦化膜 2 8 上の複数の有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c を封止する。

## 【 0 1 0 3 】

以上のようにして、基板 2 0 上に薄膜トランジスタ 1 5 が形成されるとともに、緑色、青色および赤色をそれぞれ発光する 3 種類の有機素子 1 6 a ~ 1 6 c が形成されてなるアクティブマトリクス型のフルカラー表示の表示装置を作製する。このような表示装置においては、3 種類の有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c を 1 単位として 1 画素が構成される。

## 【 0 1 0 4 】

20

上記のように、本実施例においては、平坦化膜 2 8 上の複数のホール注入電極 2 9 間およびホール注入電極 2 9 上の有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c 間に A 1 N からなる無機絶縁層 3 3 a が形成されている。上記のように、A 1 N からなる無機絶縁層 3 3 a はアクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂等の樹脂に比べて高い熱伝導率を有する。そのため、多層有機薄膜層 3 4 a ~ 3 4 c で発生した熱がホール注入電極 2 9 および無機絶縁層 3 3 a を介して平坦化膜 2 8 に容易に放散され、さらに平坦化膜 2 8 から外部に良好に放出される。それにより、多層有機薄膜層 3 4 a ~ 3 4 c の温度上昇が抑制され、多層有機薄膜層 3 4 a ~ 3 4 c の結晶化が防止される。その結果、有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c において、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。

## 【 0 1 0 5 】

30

また、本実施例においては、平坦化膜 2 8 を形成することにより、薄膜トランジスタ 1 5 上に平坦でかつ大きな面積を有する有機 E L 素子形成領域を確保することができる。したがって、この領域に大きな面積を有するホール注入電極 2 9 を形成することにより、多層有機薄膜層 3 4 a ~ 3 4 c を均一な膜厚かつ大きな面積で形成することが可能となる。このため、有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c において十分な発光面積が得られるとともに、発光むらを低減できる。したがって、このような有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c を備える表示装置においては、輝度の向上が図られる。

## 【 0 1 0 6 】

ここで、この場合においては平坦化膜 2 8 を介して薄膜トランジスタ 1 5 の上に有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c を形成するので、基板 2 0 上において薄膜トランジスタ形成領域を十分に確保することができる。また、このような構造においては、有機 E L 素子 1 6 a ~ 1 6 c のホール注入電極 2 9 をコンタクトホール内で薄膜トランジスタ 1 5 のドレイン電極 2 6 と直接接触させるので、ドレイン電極 2 6 とホール注入電極 2 9 とを接続するための配線が不要となる。したがって、本実施例の表示装置においては、薄膜トランジスタ 1 5 の集積化を図ることが可能となる。それにより、表示装置において高精細な画像を得ることが可能となる。

40

## 【 0 1 0 7 】

以上のことから、本実施例においては、高い信頼性を安定して維持することが可能であるとともに、高精細化および高輝度化が同時に達成することが可能なフルカラー表示の表示装置が実現可能となる。

50

## 【 0 1 0 8 】

上記の第2および第3の実施例においては、有機EL素子16, 16a~16cで発生した光を平坦化膜28および基板20を介して基板20の裏面側から取り出す構造の表示装置について説明したが、平坦化膜28および基板20を介さずに、基板20の反対側すなわち封止側から光を取り出す構造の表示装置も可能である。この場合について以下に説明する。

## 【 0 1 0 9 】

図14(A)~(C)および図15(D)~(F)は本発明の第4の実施例における表示装置の製造方法を示す模式的な工程断面図である。第4の実施例において、図14(A)に示す工程より前の工程は、第1の実施例の図10(A)~(C)に示す工程と同様である。

10

## 【 0 1 1 0 】

なお、後述するように、本実施例の表示装置では薄膜トランジスタ15のドレイン電極26と有機EL素子16の電子注入電極35とを直接接触させ、薄膜トランジスタ15から電子注入電極35に電子を注入する。このため、本実施例においては、薄膜トランジスタ15としてNチャネル形のトランジスタを形成している。

## 【 0 1 1 1 】

また、本実施例においては、後述するように、平坦化膜28上に形成した有機EL素子16で発生した光を平坦化膜28および基板20を介さずに基板20の反対側から取り出す(図15(F))。このため、本実施例においては、平坦化膜28および基板20を介して光を取り出す第2および第3の実施例に比べて、平坦化膜28および基板20の可視光透過率が低くてもよい。

20

## 【 0 1 1 2 】

なお、本実施例においても、第2および第3の実施例と同様、有機EL素子16への水分の侵入を防止するために、平坦化膜28の吸水性は低い方が好ましい。また、有機EL素子16を構成する層を均一な膜厚で形成するために、平坦化膜28の材料は粘性が低く均一に塗布できるものが好ましい。

## 【 0 1 1 3 】

本実施例においては、図10(A)~(C)に示す工程を行った後、図14(A)に示すように、コンタクトホール内で露出したドレイン電極26上およびその周辺の領域に開口部を有する金属マスク(図示せず)を平坦化膜28上に形成する。この金属マスクを用いて、蒸着法およびリフトオフ法により、MgおよびInの合金からなり平坦化膜28のコンタクトホール内のドレイン電極26から平坦化膜28上に延びる電子注入電極35を形成する。

30

## 【 0 1 1 4 】

上記の金属マスクを除去した後、基板20を洗浄する。さらに、図14(B)に示すように、平坦化膜28および電子注入電極35上に、PMGIを塗布してベークすることによりPMGI膜を形成する。さらに、PMGI膜上に感光性ポジ型レジストを塗布し、所定の温度でプリベークした後、レジストに所定のパターンを露光し、現像を行う。このようにして、電子注入電極35上に所定間隔でPMGI層30および断面テーパ形状の感光性ポジ型レジスト31からなるアンダーカットパターン32が形成される。

40

## 【 0 1 1 5 】

その後、図14(C)に示すように、スパッタ法により平坦化膜28上の複数の電子注入電極35間および複数の電子注入電極35上に、AlNからなる膜厚0.5μmの無機絶縁膜33を形成する。これにより、電子注入電極35による0.5μmの段差が無機絶縁膜33により埋め込まれて平坦性が確保される。

## 【 0 1 1 6 】

無機絶縁膜33の形成後、基板20をNMP液に浸し、PMGI層30および感光性ポジ型レジスト層31を除去する。このようにして、図15(D)に示すように、各電子注入電極35上に所定間隔で開口部を有するAlNからなる無機絶縁層33aが平坦化膜28

50

上の電子注入電極 35 間および電子注入電極 35 上に形成される。

【0117】

次に、図 15 (E) に示すように、電子注入電極 35 および無機絶縁層 33a 上に、蒸着法により電子輸送層、発光層、ホール輸送層、ホール注入層を順に形成する。それにより、多層有機薄膜層 34A が形成される。

【0118】

なお、本実施例においては、第 3 の実施例と同様、多層有機薄膜層 34A を形成する際に、図 13 に示す方法と同様の方法により緑色発光、青色発光および赤色発光する 3 種類の発光層を形成する。

【0119】

この場合、電子輸送層として、膜厚 300 の Alq<sub>3</sub> を用い、ホール輸送層として、膜厚 500 の NPB を用い、ホール注入層として、膜厚 200 の CuPc を用いる。また、緑色発光する発光層としては、Alq<sub>3</sub> にクマリン - 6 を添加したものを、青色発光する発光層としては、Alq<sub>3</sub> にペリレンを添加したものを、赤色発光する発光層としては、Alq<sub>3</sub> に DCJT を添加したものを、用いる。なお、各発光層の膜厚は 400 程度としている。

【0120】

次いで、多層有機薄膜層 34A 上に、スパッタ法により ITO からなる膜厚 0.3 μm の透明導電膜を形成し、ホール注入電極 29 を形成する。このようにして、平坦化膜 28 上に緑色発光、青色発光および赤色発光する 3 種類の有機 EL 素子 16 が複数形成される。

【0121】

最後に、図 15 (F) に示すように、透光性材料からなりかつ低温中で成膜が可能な絶縁膜 36A を用いて、平坦化膜 28 上の複数の有機 EL 素子 16 を封止する。本実施例では、絶縁膜 36A としてアルミナ膜を形成している。アルミナ膜は、基板温度を 80 に保った状態で ECR (電子サイクロトロン共鳴) プラズマを用いたスパッタ法により形成する。

【0122】

以上のようにして、薄膜トランジスタ 15 と、緑色発光、青色発光および赤色発光する有機 EL 素子 16 とが基板 20 上に複数形成されたアクティブマトリクス型のフルカラー表示の表示装置を作製する。この表示装置において、有機 EL 素子 16 の発光層で発生した光は、ホール注入電極 29 および絶縁膜 36A を介して、基板 20 の反対側すなわち封止側から取り出される。この場合、ホール注入電極 29 および絶縁膜 36A が透光性材料から構成されているので光の損失は少ない。

【0123】

上記のように、本実施例の表示装置においては、平坦化膜 28 上の複数の電子注入電極 35 間および電子注入電極 35 上の有機 EL 素子 16 間に AlN からなる無機絶縁層 33a が形成されている。上記のように、AlN からなる無機絶縁層 33a はアクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂等の樹脂に比べて高い熱伝導率を有する。そのため、多層有機薄膜層 34A で発生した熱が電子注入電極 35 および無機絶縁層 33a を介して平坦化膜 28 に容易に放散され、さらに平坦化膜 28 から外部に良好に放出される。それにより、多層有機薄膜層 34A の温度上昇が抑制され、多層有機薄膜層 34A の結晶化が防止される。その結果、有機 EL 素子 16 において、長時間の通電による発光強度の急激な低下が生じず、長寿命化が図られる。

【0124】

また、本実施例においては、平坦化膜 28 を形成することにより、薄膜トランジスタ 15 上に平坦でかつ大きな面積を有する有機 EL 素子形成領域を確保することができる。したがって、この領域に大きな面積を有する電子注入電極 35 を形成することにより、多層有機薄膜層 34A を均一な膜厚かつ大きな面積で形成することが可能となる。このため、有機 EL 素子 16 において十分な発光面積が得られるとともに、発光むらを低減できる。したがって、このような有機 EL 素子 16 を備える表示装置においては、輝度の向上が図ら

10

20

30

40

50

れる。

【0125】

ここで、この場合においては平坦化膜28を介して薄膜トランジスタ15の上に有機EL素子16を形成するので、基板20上において薄膜トランジスタ形成領域を十分に確保することができる。また、このような構造においては、有機EL素子16の電子注入電極35をコンタクトホール内で薄膜トランジスタ15のドレイン電極26と直接接触させるので、ドレイン電極26と電子注入電極35とを接続するための配線が不要となる。したがって、本実施例の表示装置においては、薄膜トランジスタ15の集積化を図ることが可能となる。それにより、表示装置において高精細な画像を得ることが可能となる。

【0126】

以上のことから、本実施例においては、高い信頼性を安定して維持することが可能であるとともに、高精細化および高輝度化を同時に達成することが可能なフルカラー表示の表示装置が実現できる。

【0127】

上記の第1～第4の実施例において、無機絶縁層33aの材料として、AlNの代わりに、SiN、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等の他のセラミックスを用いてもよい。あるいは、無機絶縁層33aの材料として、AlN、SiN、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等の複数のセラミックスから選択された2以上の材料を用いてもよい。

【0128】

また、上記第1～第4の実施例では、スパッタ法を用いることにより、レジストの変形が生じない室温近くの温度で無機絶縁層33aを形成することができる。そのため、レジストを用いたパターンニングにより無機絶縁層33aを形成することが可能となる。なお、無機絶縁層33aのパターンニングにレジストを用いない場合には、CVD(化学的気相成長)法等の他の成膜方法を用いて無機絶縁層33aを形成してもよい。

【0129】

さらに、上記第1～第4の実施例では、PMGI層10、30および感光性ポジ型レジスト層11、31からなるアンダーカットパターン12、32を形成する2層レジストプロセスを用いたリフトオフ法によりAlNからなる無機絶縁層33aを形成しているが、逆テーパ形状が形成可能なレジストを用いても、無機絶縁層33aを形成することができる。

【0130】

また、第2～第4の実施例においてはアクリル系材料からなる平坦化膜28を形成しているが、平坦化膜28の材料はこれに限定されるものではない。例えば、ポリイミド系材料等からなる平坦化膜28を形成してもよい。

【0131】

なお、平坦化膜28の材料としては、前述のように吸水性の低いものが好ましく、また、粘性が低くて均一に塗布できるものが好ましい。

【0132】

特に、第2および第3の実施例のように平坦化膜28を介して光を取り出す構造の表示装置においては、平坦化膜28が可視光透過率が高い材料から構成されることが好ましい。

【0133】

また、第2～第4の実施例においてはSiNからなる保護膜27を形成しているが、SiN以外からなる保護膜、例えばSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等からなる保護膜を形成してもよい。また、保護膜の形成方法は電圧プラズマCVD法に限定されるものではない。スパッタ蒸着法およびリフトオフ法を用いた方法により保護膜を形成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における有機EL素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図2】本発明の第1の実施例における有機EL素子の製造方法を示す工程断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3】本発明の第 1 の実施例における有機 E L 素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施例における有機 E L 素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施例における有機 E L 素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施例における有機 E L 素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施例における有機 E L 素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図 8】図 4 の工程における基板の平面図である。

【図 9】実施例および比較例の有機 E L 素子の輝度の経時変化の評価結果を示す図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 11】本発明の第 2 の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 14】本発明の第 4 の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施例における表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 16】有機 E L 素子の製造方法を示す概略図である。

【図 17】従来の表示装置の例を示す断面図である。

【符号の説明】

2 , 2 9    ホール注入電極

3 , 3 3 a    無機絶縁層

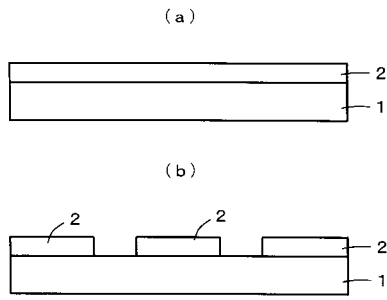
4    隔壁分離層

7 , 3 6    封止剤

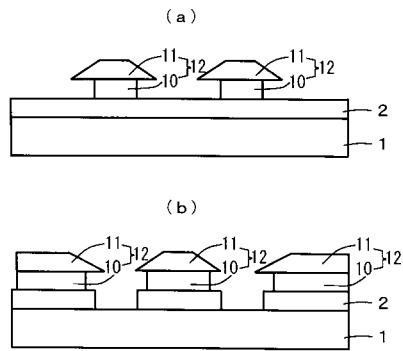
10

20

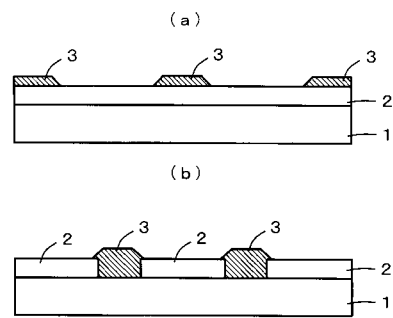
【図 1】



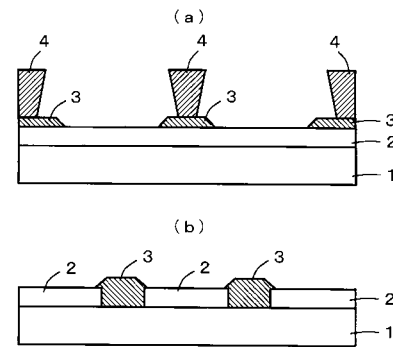
【図 2】



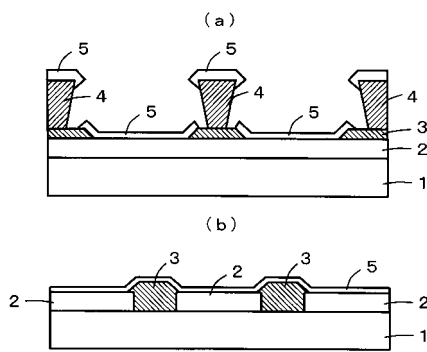
【図 3】



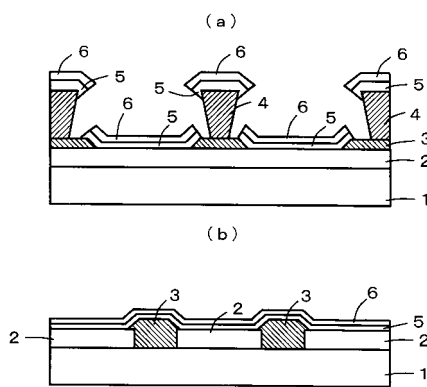
【図 4】



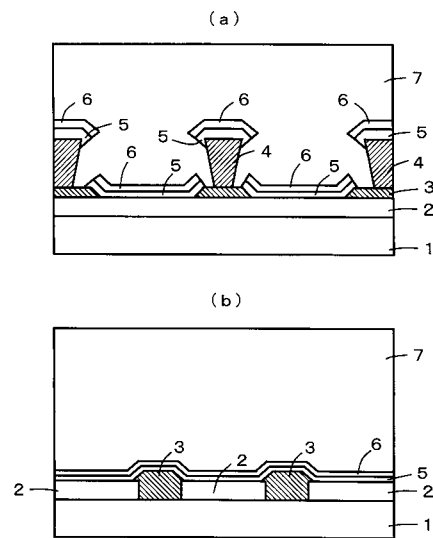
【図 5】



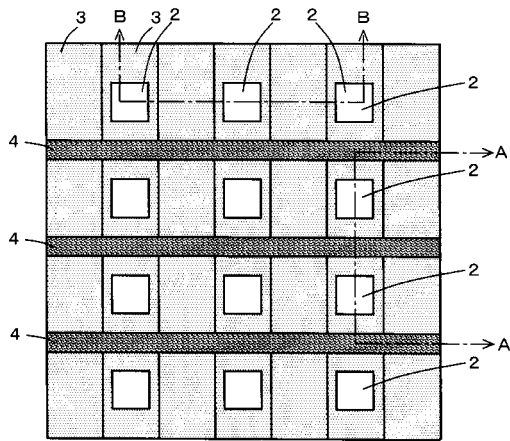
【図 6】



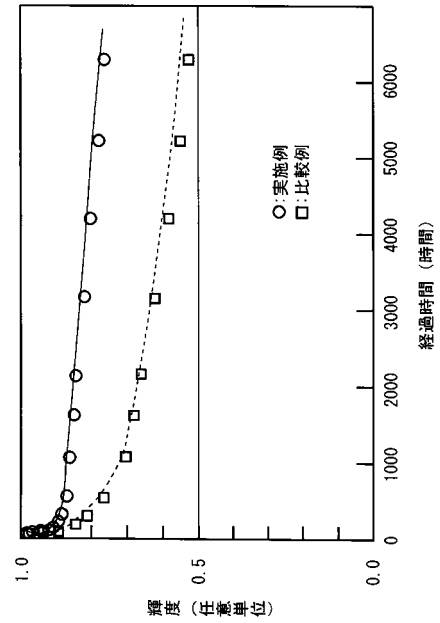
【図 7】



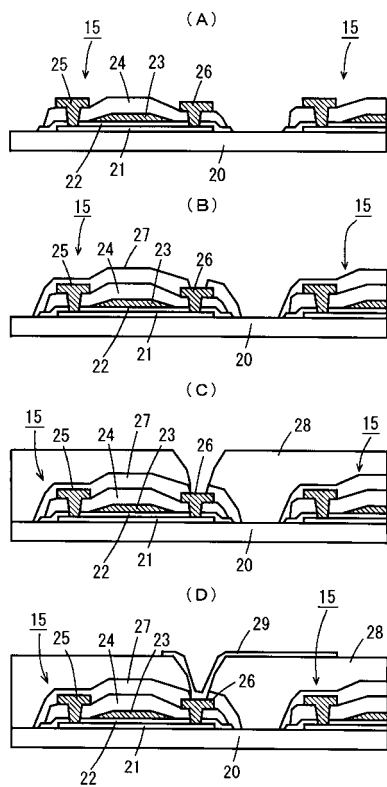
【図 8】



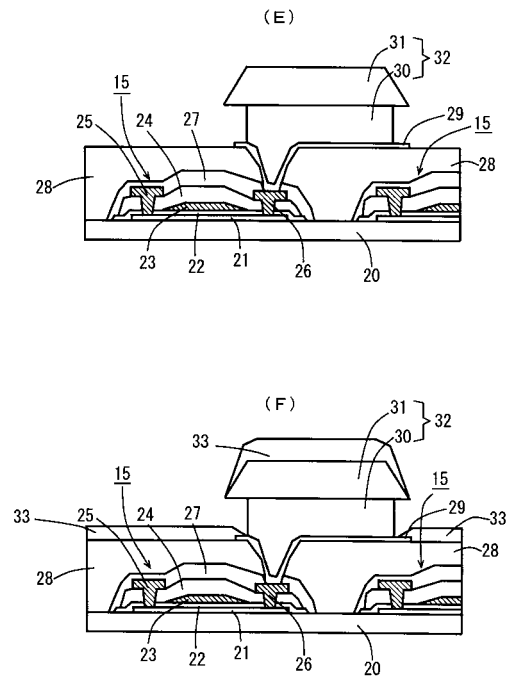
【図 9】



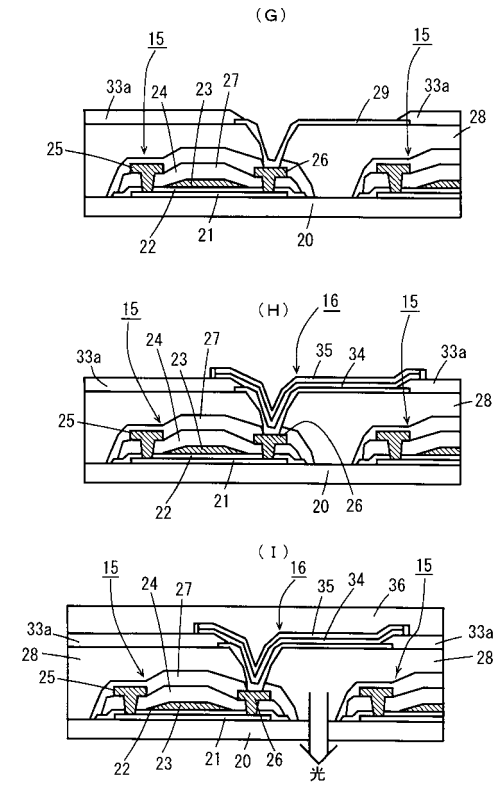
【図 10】



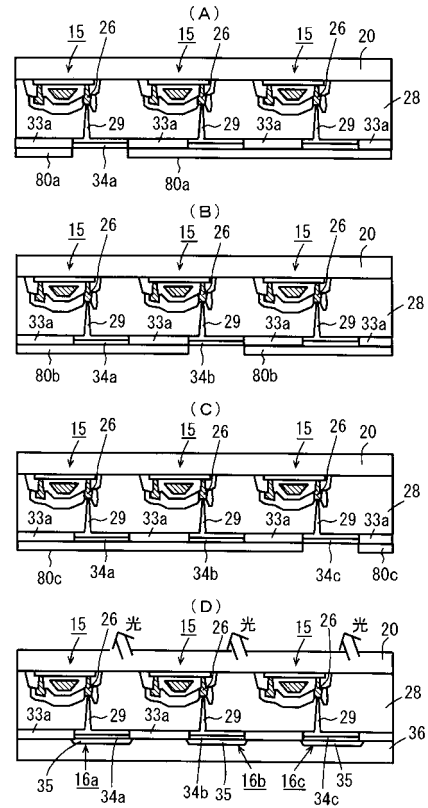
【図 11】



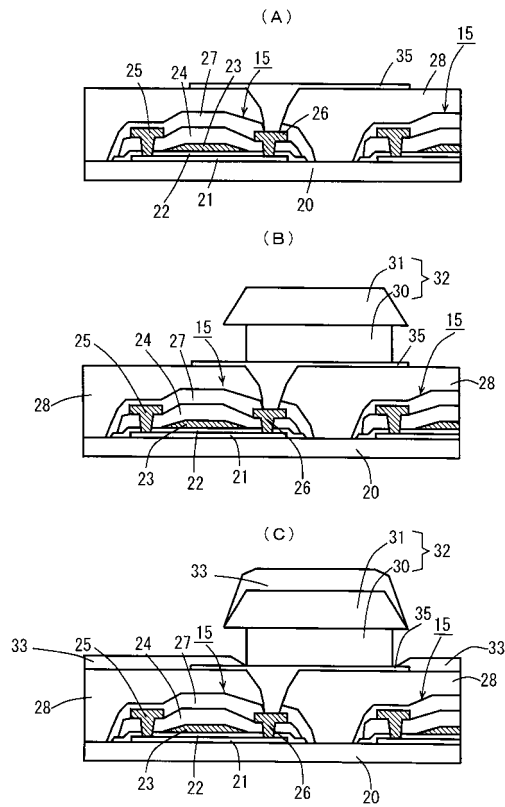
【図 12】



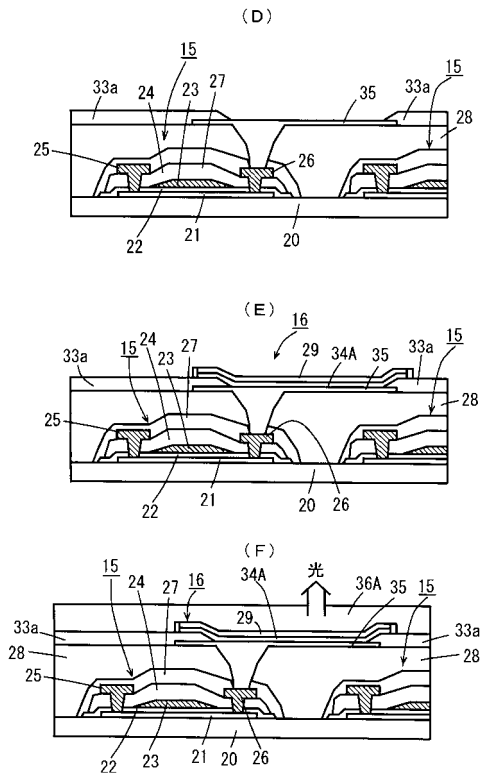
【図 13】



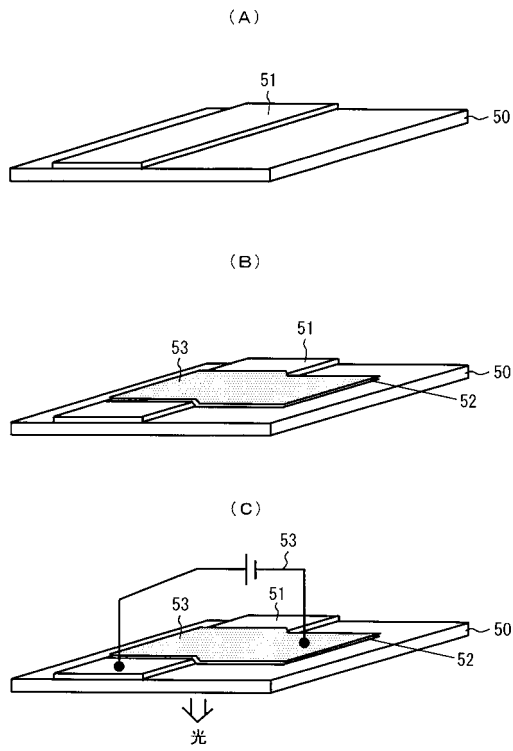
【図 14】



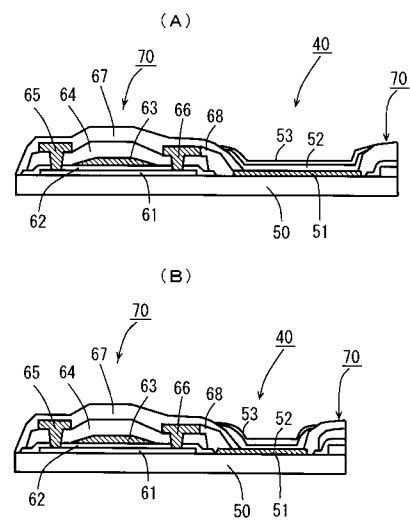
【図 15】



【図 16】



【図 17】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I  
H 0 1 L 51/50 (2006.01) H 0 5 B 33/14 A

(56) 参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 9 1 0 6 9 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 2 7 3 8 7 0 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 9 7 1 8 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 1 4 0 4 3 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 8 9 2 5 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 7 2 7 6 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 1 2 3 7 8 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H05B 33/22  
G09F 9/30 338  
G09F 9/30 365  
H05B 33/10  
H05B 33/12  
H05B 33/14

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 有机发光装置及其制造方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP3744766B2</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 公开(公告)日 | 2006-02-15 |
| 申请号            | JP2000076911                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 申请日     | 2000-03-17 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三洋电机株式会社                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 三洋电机株式会社                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 三洋电机株式会社                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| [标]发明人         | 佐野純一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| 发明人            | 佐野 純一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| IPC分类号         | H05B33/22 G09F9/30 H01L27/32 H05B33/10 H05B33/12 H01L51/50 H05B33/14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| FI分类号          | H05B33/22.Z G09F9/30.338 G09F9/30.365.Z H05B33/10 H05B33/12.B H05B33/14.A G09F9/30.365 H01L27/32 H05B33/12.Z H05B33/14.Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| F-TERM分类号      | 3K007/AB00 3K007/AB02 3K007/AB04 3K007/BA06 3K007/CA01 3K007/CB01 3K007/DA00 3K007/DB03 3K007/EB00 3K007/EC00 3K007/EC02 3K007/EC03 3K007/FA01 3K007/FA02 3K007/FA03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC21 3K107/CC35 3K107/CC36 3K107/DD02 3K107/DD90 3K107/DD91 3K107/DD95 3K107/EE03 3K107/GG05 5C094/AA05 5C094/AA08 5C094/AA10 5C094/AA37 5C094/BA02 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/DA09 5C094/EA05 5C094/EB02 5C094/FB01 5C094/FB02 5C094/HA08 |         |            |
| 代理人(译)         | 福岛Sachihito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
| 优先权            | 1999370013 1999-12-27 JP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |            |
| 其他公开文献         | JP2001250694A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |            |

# 摘要(译)

要解决的问题：为了获得有机发光元件及其制造方法，其中通过产生热量而防止发光强度快速下降。解决方案：在基板1上形成预定间隔的两个或更多个空穴注入电极2。在空穴注入电极2之间形成包括AlN，SiN，TiN，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和SiO<sub>3</sub>等陶瓷的无机绝缘层3。在基板1上，以及在注入电极2的元件区域上的元件区域之间，依次在空穴注入电极2上形成多层有机薄膜层5和电子注入电极6，并通过以下方式密封：密封胶7。

## 【图 5】

