

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6694988号  
(P6694988)

(45) 発行日 令和2年5月20日(2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月22日(2020.4.22)

(51) Int.Cl.	F I
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22 Z
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10
H01L 27/32 (2006.01)	H01L 27/32
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30 365
請求項の数 12 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2019-92310 (P2019-92310)	(73) 特許権者	512225287 堺ディスプレイプロダクト株式会社 大阪府堺市堺区匠町1番地
(22) 出願日	令和1年5月15日(2019.5.15)	(74) 代理人	110001896 特許業務法人朝日奈特許事務所
(62) 分割の表示	特願2019-513476 (P2019-513476) の分割	(72) 発明者	岸本 克彦 大阪府堺市堺区匠町1番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内
原出願日	平成30年3月28日(2018.3.28)	審査官	小久保 州洋
(65) 公開番号	特開2019-175854 (P2019-175854A)		
(43) 公開日	令和1年10月10日(2019.10.10)		
審査請求日	令和1年5月15日(2019.5.15)		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置及び有機EL表示装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

薄膜トランジスタを含む駆動回路が形成された表面を有する基板と、  
前記駆動回路を覆うことによって前記基板の前記表面を平坦化する平坦化膜と、  
前記平坦化膜の表面上に形成され、前記駆動回路と電氣的に接続された有機発光素子と、  
を備え、

前記平坦化膜は、前記駆動回路の上に積層された第1無機絶縁膜、前記第1無機絶縁膜の上に積層された有機絶縁膜、及び、前記有機絶縁膜の上に積層された第2無機絶縁膜を含んでおり、

前記第2無機絶縁膜における前記有機絶縁膜と反対方向を向く表面が、50nm以下の算術平均粗さを有し、

前記有機絶縁膜が、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面の平坦性を向上させる添加剤を0.5質量%以上、5質量%以下の含有率で含んでいる、有機EL表示装置。

【請求項2】

薄膜トランジスタを含む駆動回路が形成された表面を有する基板と、  
前記駆動回路を覆うことによって前記基板の前記表面を平坦化する平坦化膜と、  
前記平坦化膜の表面上に形成され、前記駆動回路と電氣的に接続された有機発光素子と、  
を備え、

前記平坦化膜は、前記駆動回路の上に積層された第1無機絶縁膜、前記第1無機絶縁膜

の上に積層された有機絶縁膜、及び、前記有機絶縁膜の上に積層された第2無機絶縁膜を含んでおり、

前記第2無機絶縁膜における前記有機絶縁膜と反対方向を向く表面が、50nm以下の算術平均粗さを有し、

前記第2無機絶縁膜の厚さは、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面の凹凸に基づいて変動し、

前記第2無機絶縁膜の最大の厚さは、前記有機絶縁膜の凹凸の最大高低差の2倍以上、3倍以下であり、前記第2無機絶縁膜の最小の厚さは、前記有機絶縁膜の凹凸の最大高低差の1倍以上、2倍以下である、有機EL表示装置。

【請求項3】

前記有機絶縁膜は感光体を含まないアクリル樹脂、又は感光体を含まないポリイミド樹脂を含んでいる、請求項1又は2に記載の有機EL表示装置。

【請求項4】

前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面が、100nm以上、300nm以下の算術平均粗さを有している、請求項1～3のいずれか1項に記載の有機EL表示装置。

【請求項5】

前記駆動回路と前記有機発光素子とは、前記第1無機絶縁膜、前記有機絶縁膜、及び、前記第2無機絶縁膜を一括して貫くコンタクト孔に埋め込まれた金属を介して接続されている、請求項1～4のいずれか1項に記載の有機EL表示装置。

【請求項6】

基板の上に、薄膜トランジスタを含む駆動回路を形成する工程と、

前記駆動回路の表面に第1無機絶縁膜、有機絶縁膜及び第2無機絶縁膜を形成する工程と、

前記第2無機絶縁膜の表面を研磨する工程と、

前記第2無機絶縁膜、前記有機絶縁膜及び前記第1無機絶縁膜に、前記駆動回路に達するコンタクト孔を形成する工程と、

前記コンタクト孔の内部に金属を埋め込むと共に、所定の領域に第1電極を形成する工程と、

前記第1電極の上に有機発光層を形成する工程と、

前記有機発光層の上に第2電極を形成する工程と、  
を含み、

前記有機絶縁膜が、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面の平坦性を向上させる添加剤を0.5質量%以上、5質量%以下の含有率で含んでいる、有機EL表示装置の製造方法。

【請求項7】

前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、セリウム、コロイダルシリカ、又はヒュームドシリカを含む中性のスラリーを研磨剤として用いるCMP研磨によって、前記第2無機絶縁膜の前記表面を50nm以下の算術平均粗さに研磨する、請求項6に記載の有機EL表示装置の製造方法。

【請求項8】

前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、中性アルコール液を前記研磨剤と共に用いて前記第2無機絶縁膜の前記表面を研磨する、請求項7に記載の有機EL表示装置の製造方法。

【請求項9】

前記第2無機絶縁膜の形成において、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面の凹凸における最大高低差の2倍以上の厚さに前記第2無機絶縁膜を形成し、

前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、前記研磨による前記第2無機絶縁膜の厚さの減少量が少なくとも部分的に前記最大高低差の1倍以上、2倍未満となるように前記第2無機絶縁膜を研磨する、請求項6～8のいずれか1項に記載の有機EL表示装置の

10

20

30

40

50

製造方法。

【請求項 10】

前記第 2 無機絶縁膜の形成において、前記最大高低差の 2 倍以上、3 倍以下の厚さに前記第 2 無機絶縁膜を形成する、請求項 9 に記載の有機 EL 表示装置の製造方法。

【請求項 11】

前記コンタクト孔の形成をドライエッチングによって行う、請求項 6 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 表示装置の製造方法。

【請求項 12】

前記有機発光層を形成すべき領域と、前記基板の厚さ方向において重ならない領域に前記コンタクト孔を形成する、請求項 6 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 表示装置の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機 EL 表示装置及び有機 EL 表示装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、テレビ受信機などへの応用が進む有機 EL 表示装置は、画素毎に形成された有機発光素子、及び、所望の電流で有機発光素子を発光させる駆動回路を備えている。アクティブマトリクス型の有機 EL 表示装置では、駆動回路を構成する薄膜トランジスタが、マトリクス状に設けられる画素毎に、ガラス基板などの表面上に形成され、その薄膜トランジスタを覆う絶縁膜の上に有機発光素子が形成される。特許文献 1 には、このようなアクティブマトリクス型のディスプレイにおいて画素に対する薄膜トランジスタの占有面積を低減すべく、多層構造の薄膜トランジスタを形成することが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017 - 11173 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

有機 EL 表示装置では、例えば画素毎に、又は、表示画面における任意の領域毎に輝度ムラ又は色ムラ（以下「輝度ムラ及び/又は色ムラ」を纏めて「表示ムラ」ともいう）などが生じると表示品位が低下し、その製品価値が低下してしまう。そのため、有機 EL 表示装置では、表示ムラに対する補償回路が駆動回路に追加されたり、初期の表示状態を観察したうえで画素毎又は一定の領域毎に有機発光素子の駆動電流を補正する補正手段が設けられたりすることがある。しかし、例えば画素毎に設けられる補償回路を構成する回路素子がばらつきを有していたり、表示ムラへの対策を講ずることによってサイズ又はコストの増大を招いたりすることがある。

【0005】

40

そこで本発明は、たとえ補償回路などを備えていなくても表示ムラの少ない有機 EL 表示装置、及び、そのように表示ムラの少ない有機 EL 表示装置の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 実施形態の有機 EL 表示装置は、薄膜トランジスタを含む駆動回路が形成された表面を有する基板と、前記駆動回路を覆うことによって前記基板の前記表面を平坦化する平坦化膜と、前記平坦化膜の表面上に形成され、前記駆動回路と電気的に接続された有機発光素子と、を備え、前記平坦化膜は、前記駆動回路の上に積層された第 1 無機絶縁膜、前記第 1 無機絶縁膜の上に積層された有機絶縁膜、及び、前記有機絶縁膜の上に積

50

層された第2無機絶縁膜を含んでおり、前記第2無機絶縁膜における前記有機絶縁膜と反対方向を向く表面が、50nm以下の算術平均粗さを有している。

【0007】

本発明の第2実施形態の有機EL表示装置の製造方法は、基板の上に、薄膜トランジスタを含む駆動回路を形成する工程と、前記駆動回路の表面に第1無機絶縁膜、有機絶縁膜及び第2無機絶縁膜を形成する工程と、前記第2無機絶縁膜の表面を研磨する工程と、前記第2無機絶縁膜、前記有機絶縁膜及び前記第1無機絶縁膜に、前記駆動回路に達するコンタクト孔を形成する工程と、前記コンタクト孔の内部に金属を埋め込むと共に、所定の領域に第1電極を形成する工程と、前記第1電極の上に有機発光層を形成する工程と、前記有機発光層の上に第2電極を形成する工程と、を含んでいる。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明の第1及び第2の実施形態によれば、有機EL表示装置において輝度ムラ又は色ムラなどを少なくすることができ、そのように表示ムラの少ない有機EL表示装置を適切に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の駆動回路の一例を概略的に示す図である。

【図2】本発明の一実施形態の有機EL表示装置における有機発光素子及び薄膜トランジスタの一例を概略的に示す断面図である。

20

【図3】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法のフローチャートである。

【図4A】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

【図4B】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

【図4C】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

【図4D】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

30

【図4E】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

【図4F】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

【図4G】本発明の一実施形態の有機EL表示装置の製造方法による製造途上の有機EL表示装置を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明者は、有機EL表示装置において表示ムラを生じさせる原因の追究のために鋭意検討を重ねた。そして、本発明者は、基板の表面に形成されている薄膜トランジスタなどを含む駆動回路の表面の凹凸が有機発光素子内の有機膜における膜厚のばらつきなどを生じさせ、その結果、輝度ムラや色ムラなどが生じ得ることを見出した。詳述すると、駆動回路と有機発光素子との間には前述したように絶縁膜が設けられており、この絶縁膜によって、両者の電気的分離及び水分などの遮断と共に有機発光素子の下地の平坦化が図られている。しかしこの平坦化が、優れた表示品位を得るという観点からは必ずしも十分ではないことを本発明者は見出したのである。

40

【0011】

薄膜トランジスタが形成される基板の表面には、薄膜トランジスタ及び各種の配線が形成されることによって段差が生じ、さらに、個々の薄膜トランジスタの表面においても、ゲート電極などが形成される領域であるか否かなどによって段差が生じる。例えば300

50

n mを超える高低差を有する段差も生じ得る。このような基板の表面に従来通り単に平坦化膜を形成するだけでは、有機EL表示装置において表示ムラを生じさせない程度の平坦性が得られていないことを本発明者は突き止めた。この点に関して平面型ディスプレイの分野では、液晶表示装置においても薄膜トランジスタの上に画素電極が形成されるが、画素電極の表面の僅かな凹凸が液晶分子の配向などに影響を及ぼすことは殆ど無く、その下地に厳密な平坦性は求められていなかった。しかし、有機発光素子では、平坦化膜の表面が十分に平坦でない場合、その上に電極を介して形成される有機膜の膜厚がばらつくことによって輝度ムラが生じたり、電極表面の僅かな傾きによって出射光のピーク強度を示す方向がばらつく若しくは表示面の法線方向からずれたりする。その結果、表示ムラが生じることを本発明者は見出したのである。

10

## 【0012】

薄膜トランジスタは、有機発光素子の光が基板と反対方向に向けて放射されるトップエミッション型(T E型)の有機EL表示装置では、基板の表面において平面視で画素の中央部分にも重なり得る任意の領域に、例えば発光領域全体にさえ、形成され得る。一方、ボトムエミッション型(B E型)の有機EL表示装置では、有機発光素子の光がなるべく遮られないように、通常、画素の縁部付近に薄膜トランジスタが形成される。しかし、T E型はもとよりB E型においても、薄膜トランジスタなどによる基板の表面の凹凸が、画素の発光領域と重なる領域において平坦化膜の表面にまで起伏となって現れ、その微小な起伏が表示ムラを引き起こしていることが分かった。そして本発明者は、有機発光素子の下地となる平坦化膜の表面のさらなる平坦化を図ることによって、輝度ムラ及び色ムラの発生を抑制することができることを見出したのである。

20

## 【0013】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態の有機EL表示装置及び有機EL表示装置の製造方法を説明する。なお、以下に説明される実施形態における各構成要素の材質、形状、及び、それらの相対的な位置関係などはあくまで例示に過ぎない。本発明の有機EL表示装置及び有機EL表示装置の製造方法はこれらによって限定的に解釈されるものではない。

## 【0014】

## 〔有機EL表示装置〕

図1には、第1実施形態の有機EL表示装置1における駆動回路2の構成の一例が、それぞれ模式的に示されている有機EL表示パネル3、データ線ドライバ1d及び走査線ドライバ1gと共に示されている。有機EL表示パネル3は、マトリクス状に配置された複数の画素3aを有し、各画素3aに有機発光素子40及び駆動回路2が設けられている。図1の例では、各駆動回路2は、有機発光素子40の通電状態を切り換える駆動TF T 20、駆動TF T 20のオン/オフを切り換えるスイッチングTF T 2a、及び駆動TF T 20のゲート-ソース間電圧を保持する保持容量2bを含んでいる。駆動TF T 20のドレインが電源線2pに、ソースが有機発光素子40のアノードに、そして、ゲートがスイッチングTF T 2aのソースにそれぞれ接続されており、有機発光素子40のカソードは陰極配線27を介してグランドに接続されている。

30

## 【0015】

走査線ドライバ1gから各スイッチングTF T 2aにゲート信号が送られると共に、データ線ドライバ1dから各スイッチングTF T 2aを介して各駆動TF T 20のゲートに表示画像のデータ信号が印加される。そのデータ信号の電圧に基づく電流が有機発光素子40に流れ、保持容量2bの作用によって1フレーム期間中所定の輝度で有機発光素子40が発光する。以下、一つの画素3aを含む有機EL表示パネル3の断面を示す図2を参照しながら、本実施形態の有機EL表示装置1の構造が説明される。なお、以下の説明では、駆動TF T 20は単に「薄膜トランジスタ20(T F T 20)」と称される。また、上記及び以下の説明及び各図面において参照される「画素」は、表示画面の最小構成要素(単位要素)であり正確には「サブ画素」であるが、説明の簡潔化のため「画素」と称される。また、以下の説明において「表面」は、特にその区別が記載されていない場合、有

40

50

機 E L 表示装置 1 を構成する基板 1 0 以外の各構成要素における基板 1 0 ( 図 2 参照 ) と反対方向を向く表面を意味している。また、基板 1 0 に関して「表面」は、特にその区別が記載されていない場合、有機発光素子 4 0 を向く表面を意味している。

【 0 0 1 6 】

図 2 には、有機 E L 表示パネル 3 の断面が拡大して示されており、特に、 T F T 2 0 及び有機発光素子 4 0 の断面の一例が、有機発光素子 4 0 の陰極コンタクト ( 第 1 コンタクト 2 8 及び第 2 コンタクト 4 5 ) と共に示されている。図 2 に示されるように、本実施形態の有機 E L 表示装置 1 は、薄膜トランジスタ 2 0 を含む駆動回路 2 が形成された表面を有する基板 1 0 と、駆動回路 2 を覆うことによって基板 1 0 の表面を平坦化する平坦化膜 3 0 と、平坦化膜 3 0 の表面上に形成され、駆動回路 2 と電氣的に接続された有機発光素子 4 0 と、を備えている。 T F T 2 0 は、図 2 の例では N c h 電界効果型トランジスタであり、チャンネル 2 1 c を含む半導体層 2 1 と、ゲート絶縁膜 2 2 を介してチャンネル 2 1 c の上に形成されたゲート電極 2 3 と、半導体層 2 1 のソース 2 1 s 及びドレイン 2 1 d にそれぞれ接続されているソース電極 2 5 及びドレイン電極 2 6 とを含んでいる。ソース電極 2 5 及びドレイン電極 2 6 は層間絶縁膜 2 4 によってゲート電極 2 3 との間を絶縁されている。有機発光素子 4 0 は、図 2 の例ではトップエミッション型 ( T E 型 ) の有機発光ダイオード ( O L E D ) であり、平坦化膜 3 0 上に形成された第 1 電極 ( 例えば陽極 ) 4 1、第 1 電極 4 1 を囲む絶縁バンク 4 2、絶縁バンク 4 2 内に形成された有機発光層 4 3、有機発光層 4 3 上を含めて基板 1 0 全体に形成された第 2 電極 ( 例えば陰極 ) 4 4 を有している。平坦化膜 3 0 は、駆動回路 2 の上に積層された第 1 無機絶縁膜 3 1、第 1 無機絶縁膜 3 1 の上に積層された有機絶縁膜 3 2、及び、有機絶縁膜 3 2 の上に積層された第 2 無機絶縁膜 3 3 を含んでいる。そして、第 2 無機絶縁膜 3 3 における有機絶縁膜 3 2 と反対方向を向く表面が、5 0 n m 以下の算術平均粗さを有している。また、図 2 の例では、絶縁バンク 4 2 で規定される有機発光層 4 3 は、ソース電極 2 5 と第 1 電極 4 1 を電氣的に接続するためのコンタクト孔 3 0 a と平面視で重ならない領域に形成されている。

【 0 0 1 7 】

すなわち、本実施形態の有機 E L 表示装置 1 では、駆動回路 2 の形成によって凹凸を有する基板 1 0 の表面が、第 1 無機絶縁膜 3 1、有機絶縁膜 3 2 及び第 2 無機絶縁膜 3 3 の積層構造を有する平坦化膜 3 0 で覆われ、その表面が算術平均粗さ ( R a ) で 5 0 n m 以下にされている。例えば平坦化膜 3 0 は、各絶縁膜の積層後に研磨されることによってその表面を 5 0 n m 以下の算術平均粗さにされてもよい。また、図 2 の例では、コンタクト孔 3 0 a と平面視で重ならない領域に有機発光層 4 3 が形成されている。

【 0 0 1 8 】

前述したように、本発明者は、有機 E L 表示装置において表示ムラが生じる原因について鋭意検討を重ねて調べた結果、有機発光素子における有機発光層の表面が完全な平坦面ではなく細かな凹凸を含み、微視的には傾いている部分があることを見出した。有機発光層の表面が傾いていると、その法線方向が、有機 E L 表示装置における表示面の法線方向に対して傾くことになり、そのような有機発光層から斜め方向に出射する光は表示面の正面からは認識し難くなる。そのため、輝度の低下、又は、 R、G、B 各色の光の強度で定まる色度の変化が生じていたのである。

【 0 0 1 9 】

従来、表示ムラの原因として、駆動回路を構成する T F T 及び有機発光素子 ( O L E D ) の特性ばらつきが問題視され、これらのばらつきに対する対策が講じられていた。例えば、画素毎に設けられる駆動回路それぞれに、 T F T 及び / 又は O L E D の特性ばらつきを補償する回路が付加されていた。しかし、このような対策では、駆動回路の構成要素が増えるためコスト及びサイズが増大したり、補償回路自体のばらつきの抑制のためにさらに追加回路が必要となったりすることがあった。そもそもこのような対策は、本発明者に見出された表示ムラの対策として有効に機能するものではなく、むしろ駆動回路の構成要素の増加によって基板の表面の凹凸を増大させる虞すらあった。また、有機 E L 表示装置の検査工程などで画面の輝度分布が把握され、その均一化のための補正データに基づいて

10

20

30

40

50

個々の有機発光素子に流す電流が制御されることもあった。しかし、このような対策も、有機EL表示装置の製造工程の煩雑化、及び、複雑な制御を必要とした。

#### 【0020】

これに対し本実施形態では、前述したように、新たに見出された表示ムラの原因を排除するため、すなわち、有機発光層43の表面の平坦度を向上させるため、その下地となる平坦化膜30の表面が、50nm以下の算術平均粗さにされている。そうすることで、輝度ムラ及び色ムラの極めて少ない表示画像を得ることができる。また、有機発光層43の厚さが安定するため、出射光の強度及びR、G、B各色の純度の向上に有効なマイクロキャビティ構造の採用による効果を安定して得ることができる。従って、本実施形態の有機EL表示装置1の各画素(サブ画素)には、マイクロキャビティ構造を採用することが好ましい。さらに、図2の例では、コンタクト孔30aの直上を避けて、コンタクト孔30aと平面視で重ならない領域に有機発光層43が形成されている。そのため、後述するようにコンタクト孔30aに起因する表示ムラも生じ難い。

10

#### 【0021】

平坦化膜30の表面粗さは小さいほど好ましいが、半導体装置の製造プロセスにおける層間絶縁膜の研磨工程で目標とされるような、例えば20nmを下回るほどの算術平均粗さは必ずしも求められない。このような半導体装置の研磨工程における厳密な平坦性は、その後のフォトリソグラフィ工程における露光に用いられる光源の浅い焦点深度への対応のために求められるもので、有機EL表示装置の表示ムラの抑制とは全く異なる目的に対して求められているものである。すなわち、有機EL表示装置1の表示ムラを抑制するという観点では、平坦化膜30の表面が算術平均粗さで50nm以下であればよく、その場合、人に感知されるような表示ムラが殆ど生じないことを本発明者は見出したのである。また、画面サイズ及び解像度のバリエーション、有機発光素子40の製造ばらつきなどを勘案しても、20nmを下回る表面粗さは必要無く、むしろ、実現の容易性の面では20nm以上の算術平均粗さが好ましいことが見出された。すなわち、平坦化膜30の表面粗さ、具体的には、第2無機絶縁膜33における有機絶縁膜32と反対方向を向く表面が、20nm以上、50nm以下の算術平均粗さを有していることが、表示品位に影響し得る表示ムラの効果的な抑制と簡便な製造との両立の面で好ましい。

20

#### 【0022】

有機EL表示装置1の各構成要素について、図2を参照して、さらに説明する。基板10には、主に、ガラス基板又はポリイミドフィルムなどが用いられる。有機EL表示装置1が図2の例と異なりボトムエミッション型(BE型)である場合には、透光性の材料、すなわちガラス基板、さらに透明ポリイミドフィルムなどが用いられる。樹脂フィルムが用いられることによって、有機EL表示装置1を容易に可撓性にすることができ、曲面などに貼り付けることも可能になる。

30

#### 【0023】

TFT20が形成される基板10の表面には、バリア膜として、ベースコート層11が形成されている。例えばプラズマCVD法によって、主に500nm程度の厚さのSiO<sub>2</sub>膜及び50nm程度の厚さのSiN<sub>x</sub>膜からなる下層と、主に250nm程度の厚さのSiO<sub>2</sub>膜からなる上層とを有するベースコート層11が形成される。

40

#### 【0024】

ベースコート層11の上にTFT20を含む駆動回路2が形成されている。陰極配線27もベースコート層11の上に形成されている。図2では省略されているが、走査線及びデータ線用の配線なども陰極配線27と同様に形成されている。また、図2では、発光素子40を駆動するTFT20のみが示されているが、前述したスイッチングTFT2aもベースコート層11上に形成されており、さらに他のTFTが形成されていてもよい。駆動回路2は、有機EL表示装置1が、図2の例のようにTE型の場合は、有機発光素子40の発光領域の下方の全面に亘って形成され得る。一方、BE型では、有機発光素子40の発光領域の下方にTFT20などを形成することはできないため、TFT20などは発光領域と平面的に重なる部分の周縁部に形成される。しかしこの場合でも、周縁部のTF

50

TFT 20 又は各配線などが形成される部分と発光領域の下の TFT などが形成されない部分との境界部に傾斜面ができる。そのため、発光領域の周縁部に凹凸が生じ、前述したように表示品位を低下させる。従って、TE 型はもとより、BE 型においても、そのような凹凸を埋没させ、表示ムラを生じさせない程度の平坦性をその表面に有する平坦化膜 30 が求められる。

#### 【0025】

TFT 20 は、ソース 21s、チャネル 21c 及びドレイン 21d を有する半導体層 21 と、ゲート絶縁膜 22 とゲート電極 23 と層間絶縁膜 24 とソース電極 25 とドレイン電極 26 とで形成されている。ゲート絶縁膜 22 は、主に 50 nm 厚程度の  $\text{SiO}_2$  などからなり、ゲート電極 23 は、250 nm 厚程度の Mo などの膜の成膜後のパターニングなどによって形成されている。ゲート電極 23 の上には 300 nm 厚程度の  $\text{SiO}_2$  膜と 300 nm 厚程度の  $\text{SiN}_x$  膜からなる層間絶縁膜 24 が形成され、ソース 21s 及びドレイン 21d とそれぞれ接続するソース電極 25 及びドレイン電極 26 が形成されている。なお、層間絶縁膜 24 が形成される前に、ソース 21s 及びドレイン 21d、並びに陰極配線 27 は、例えばポロニウムのドーピングによって不純物濃度を高められ、アニーリングによる活性化によって低抵抗化されている。さらに具体的な構造は、後述される有機 EL 表示装置の製造方法の説明において詳述される。なお、図 2 は、ゲート電極 23 と基板 10 との間に半導体層 21 が設けられるトップゲート構造の例を示しているが、本実施形態の有機 EL 表示装置 1 が備える TFT 20 はボトムゲート構造を有していてもよい。

#### 【0026】

TFT 20 を含む駆動回路 2 の表面にバリア層としての 200 nm 厚程度の  $\text{SiN}_x$  などからなる第 1 無機絶縁膜 31 が形成されており、第 1 無機絶縁膜 31 の上に有機絶縁膜 32 が形成され、さらに、第 2 無機絶縁膜 33 が形成されている。すなわち、無機膜 + 有機膜 + 無機膜の 3 層の積層構造を有する平坦化膜 30 が形成されている。平坦化膜 30 には、第 1 無機絶縁膜 31、有機絶縁膜 32、及び、第 2 無機絶縁膜 33 を一括して貫くコンタクト孔 30a が形成されている。コンタクト孔 30a には、後述するように、例えば、酸化インジウムスズ (ITO)、及び銀 (Ag) 又は APC (銀 + パラジウム + 銅) などの金属が埋め込まれ、この金属を介して、駆動回路 2 と有機発光素子 40 とが接続されている。

#### 【0027】

有機絶縁膜 32 は、例えば 1  $\mu\text{m}$  以上、2  $\mu\text{m}$  以下程度の厚さを有している。有機絶縁膜 32 によって、駆動回路 2 の形成による基板 10 の表面の凹凸が大幅に軽減される。有機絶縁膜 32 は、例えばポリイミド樹脂又はアクリル樹脂を用いて形成される。また、有機絶縁膜 32 は、有機絶縁膜 32 の表面の平坦性を向上させる添加剤 (レベリング向上剤) を含んでいることが好ましい。有機絶縁膜 32 は、コンタクト孔 30a がマスク露光及び現像で形成され得るように、感光性の樹脂を用いて形成されていてもよい。しかし、例えばミヒラーズケトン、クロロチオキサントン、イソプロピルチオキサントンなどのような光重合開始剤が、前述したレベリング向上剤などの効果を弱めたり、レベリング向上剤が光重合を阻害したりすることがある。従って、有機絶縁膜 32 には、光重合開始剤のような感光体を含まない材料を用いることが好ましい。その場合でも、コンタクト孔 30a は、後述するようにドライエッチングなどによって形成され得る。そして、そのようにコンタクト孔 30a の形成に関して感光性を利用しない方法を選択することによって、アクリル樹脂のように純度の高い有機材料を有機絶縁膜 32 の材料として用いることも可能になる。また、光重合への影響に懸念することなく、有機絶縁膜 32 に必要十分な量のレベリング向上剤を添加することができたり、光重合開始剤の影響が無くなるためレベリング向上剤の必要量を少なくできたりする。従って、レベリング向上剤の添加量の選択幅が広がる。例えば、有機絶縁膜 32 は、有機絶縁膜 32 における第 2 無機絶縁膜 33 を向く表面の平坦性を向上させる添加剤を 0.5 質量% 以上、5 質量% 以下の含有率で含んでいることが好ましい。この程度の量のレベリング向上剤を有機絶縁膜 32 が含んでいると、5

10

20

30

40

50

0 nm以下の算術平均粗さの表面を有する平坦化膜30の形成が容易になり、しかも、アクリル樹脂又はポリイミド樹脂などに求められている特性への影響も少ない。このようなレベリング向上剤としては、シリコン系、炭化水素系、又はフッ素系の界面活性剤などが例示される。

【0028】

アクリル樹脂は、純度だけではなく有機絶縁膜32の表面の平坦性の観点からも、界面活性剤などと良好に馴染み、かつ、高い平坦性を有するため有機絶縁膜32の材料として好ましい。一方、有機EL表示装置1の製造工程が200以上の高温プロセスなどを含む場合は、高い耐熱性を有するポリイミド樹脂が好ましい。従って、有機絶縁膜32は、光重合開始剤などのような感光体を含まないアクリル樹脂、又は、感光体を含まないポリイミド樹脂であることが好ましい。そして、有機絶縁膜32における第2無機絶縁膜33を向く表面は、100 nm以上、300 nm以下の算術平均粗さを有していることが好ましい。その場合、前述したように表面において50 nm以下の算術平均粗さを有する平坦化膜30の形成が容易になることがあり、しかも、有機絶縁膜32におけるレベリング向上剤の含有量を過剰とならない程度に留めることができる。

10

【0029】

第2無機絶縁膜33は、前述したように、有機絶縁膜32と反対方向を向く表面において50 nm以下の算術平均粗さを有しており、そのため有機EL表示装置1の表示ムラが抑制される。第2無機絶縁膜33は、例えばSiN<sub>x</sub>又はSiO<sub>2</sub>などで形成されるが、水分遮断性の点でSiN<sub>x</sub>が好ましい。すなわち、第2無機絶縁層33によって、平坦化膜30における水分に対するバリア性能が高められる。

20

【0030】

第2無機絶縁膜33は、有機EL表示装置1の使用時だけでなく製造時の水分の遮断作用も有し得る。すなわち、後述するように、平坦化膜30の表面は、50 nm以下の表面粗さを有するべく製造工程において研磨されることがあり、研磨後には研磨剤などの除去のために洗浄が行われ得る。第2無機絶縁膜33が形成されない場合は、有機絶縁膜32の表面が研磨され、さらに洗浄剤に晒される。その場合、この洗浄剤が有機絶縁膜32内に浸透し、そのまま残存してTF T 20の劣化などを引き起こすことがある。しかし、第2無機絶縁膜33が形成されることによって、このような有機絶縁膜32への洗浄剤の浸透及びTF T 20の劣化が防がれる。

30

【0031】

第2無機絶縁膜33は、例えば100 nm以上、600 nm以下程度の厚さに形成される。しかし、第2無機絶縁膜33の厚さは、有機絶縁膜32の表面に現れる凹凸の大きさに関係する。すなわち、第2無機絶縁膜33は有機絶縁膜32における凹凸を有する表面上に形成され、かつ、第2無機絶縁膜33の表面は算術平均粗さで50 nm以下という平坦性を有するため、第2無機絶縁膜33の厚さは、有機絶縁膜32における第2無機絶縁膜33を向く表面の凹凸に基づいて変動する。

【0032】

第2無機絶縁層33は、有機絶縁膜32の表面の凹凸を第2無機絶縁層33内に十分に埋没させ得るように、例えば、有機絶縁膜32の表面の凹凸における最大高低差DTの3倍以上の厚さに形成されることが好ましい。そして、必要に応じて、第2無機絶縁膜33の表面を、最大高低差DT以上であって最大高低差DTの2倍未満の長さ(厚さ)ぶん研磨することが好ましい。そうすることによって、有機絶縁膜32を露出させることなく有機絶縁膜32の表面の凸部に基づく第2無機絶縁膜33の表面の凸部を削り取ることができ、平坦化膜30の表面を略確実に50 nm以下の算術平均粗さにすることができる。その場合、第2無機絶縁膜33は、有機絶縁膜32の表面の全面において、その表面の凹凸の最大高低差DTの1倍以上、3倍以下の厚さを有し得る。例えば、図2において、第2無機絶縁膜33の最大の厚さTLは、有機絶縁膜32の凹凸の最大高低差DTの2倍以上、3倍以下であり、第2無機絶縁膜33の最小の厚さTMは、有機絶縁膜32の凹凸の最大高低差DTの1倍以上、2倍以下である。特に図2の例では、第2無機絶縁膜33の最

40

50

大の厚さ $T_L$ は、有機絶縁膜32の凹凸の最大高低差 $D_T$ の略2倍であり、その最小の厚さ $T_M$ は、有機絶縁膜32の凹凸の最大高低差 $D_T$ と略同じである。

#### 【0033】

コンタクト孔30aは、前述したように平坦化膜30を構成する各絶縁膜を一括して貫通している。そのため、コンタクト孔30aの内壁に顕著な段差などが無く、従って、コンタクト孔30a内への金属の埋め込みが容易になる。また、その金属においてクラックなども生じ難い。平坦化膜30には、陰極コンタクトのうちの第2コンタクト45を形成するためのコンタクト孔30bも形成されており、コンタクト孔30bも平坦化膜30を構成する各絶縁膜を一括して貫通している。

#### 【0034】

有機発光素子40の第1電極41は、コンタクト孔30a内に埋め込まれた金属と一体的に形成されている。すなわち、例えばスパッタリングなどによってコンタクト孔30a内にITOとAg又はAPCなどの金属とITOとが埋め込まれると共に、平坦化膜30の表面にも同じITO膜、Ag又はAPCなどの金属膜、及びITO膜がそれぞれ形成される。それらが所定の形状にパターニングされることによって、上層及び下層がITO膜で、その間にAg又はAPCなどの金属膜が介在する第1電極41が形成される。第1電極41は、有機発光層43との関係で、仕事関数が5eV程度のものが好ましく、トップエミッション型の場合、前述したようなITO、及びAg又はAPCが用いられる。ITO膜は10nm程度の厚さに形成され、Ag又はAPC膜は100nm程度の厚さに形成される。ボトムエミッション型の場合には、例えば300nm~1 $\mu$ m程度の厚さのITO膜だけが形成される。

#### 【0035】

第1電極41の表面におけるコンタクト孔30aの真上の部分には、コンタクト孔30aがITOなどによって完全に埋められない場合に、図2に示されるような窪みが生じ得る。しかし図2の例では、第1電極41は、コンタクト孔30aと平面視で重ならない領域を有機発光層43の形成に十分な大きさで有しており、このコンタクト孔30aと重ならない領域上に有機発光層43が形成されている。そのため、有機発光層43における厚さのムラ、及び、その表面における窪みが生じ難く、コンタクト孔30aに起因する表示ムラが生じ難い。

#### 【0036】

第1電極41の周縁部には、各画素を区画すると共に、第1電極41と第2電極44との間を絶縁する絶縁バンク42が形成されている。図2の例では絶縁バンク42によって第1電極41の表面の窪みが覆われている。そして絶縁バンク42によって囲まれる第1電極41の上に有機発光層43が積層されている。有機発光素子40の発光領域となる有機発光層43は、好ましくは図2の例のように、コンタクト孔30aと平面視で重ならない領域に形成される。その場合、前述したようにコンタクト孔30aに起因する表示ムラが生じ難い。有機発光層43は、図1などでは一層で示されているが、種々の材料が積層されることによって複数の有機層で形成される。有機発光層43は、蒸発又は昇華させた有機材料をマスクによって選択的に必要な部分のみに付着させる蒸着、又は印刷などによって形成される。

#### 【0037】

具体的には、例えば第1電極41に接する層として、正孔の注入性を向上させるイオン化エネルギーの整合性の良い材料からなる正孔注入層が設けられる。この正孔注入層上に、正孔の安定な輸送を向上させると共に、発光層への電子の閉じ込め(エネルギー障壁)が可能な正孔輸送層が、例えばアミン系材料により形成される。さらに、その上に発光波長に応じて選択される発光層が形成される。例えば赤色、緑色に対してはAlq<sub>3</sub>に赤色又は緑色の有機物蛍光材料がドーピングされる。また、青色系の材料としては、DSA系の有機材料が用いられる。さらに発光層の上には、電子の注入性を向上させると共に電子を安定に輸送する電子輸送層がAlq<sub>3</sub>などによって形成され得る。これらの各層がそれぞれ数十nm程度ずつ積層されることによって有機発光層43の積層膜が形成される。こ

10

20

30

40

50

の有機発光層 4 3 と第 2 電極 4 4 との間に L i F や L i q などの電子の注入性を向上させる電子注入層が設けられてもよい。

【 0 0 3 8 】

第 2 電極 4 4 は有機発光層 4 3 の上に形成されている。図 2 の例では、第 2 電極 4 4 は、全画素に亘って共通となるように連続的に形成され、平坦化膜 3 0 に形成された第 2 コンタクト 4 5、及びゲート絶縁膜 2 2 及び層間絶縁膜 2 4 に形成された第 1 コンタクト 2 8 を介して陰極配線 2 7 に接続されている。第 2 電極 4 4 は透光性の材料、例えば、薄膜の M g - A g 膜により形成されている。第 2 電極 4 4 には仕事関数の小さい材料が好ましく、アルカリ金属又はアルカリ土類金属などが用いられ得る。M g は仕事関数が 3 . 6 e V と小さいので好ましく、さらに安定性の付与のために、4 . 2 5 e V 程度の小さい仕事関数を有する A g が 1 0 質量 % 程度の割合で共蒸着されている。B E 型では、第 2 電極 4 4 は反射板となるため、第 2 電極 4 4 として A l が厚く形成される。

10

【 0 0 3 9 】

第 2 電極 4 4 の上には、第 2 電極 4 4 への水分の到達を阻止する被覆層 ( T F E ) 4 6 が形成されている。被覆層 4 6 は、例えば S i N<sub>x</sub>、S i O<sub>2</sub> などの無機絶縁膜からなり、単層膜、又は二層以上の積層膜を成膜することによって形成される。例えば一層の厚さが 0 . 1 μ m から 0 . 5 μ m 程度の二層程度の積層膜が被覆層 4 6 として形成される。被覆層 4 6 は、一つの層にピンホールなどができて水分などに対する十分なバリア性が得られるように、異なる材料で多層に形成されるのが好ましい。被覆層 4 6 は有機発光層 4 3 及び第 2 電極 4 4 を完全に被覆するように形成されている。なお、被覆層 4 6 は、二層の無機絶縁膜の間に有機絶縁膜を備えていてもよい。

20

【 0 0 4 0 】

〔有機 E L 表示装置の製造方法〕

次に、図 2 に示される有機 E L 表示装置 1 を例に、一実施形態の有機 E L 表示装置の製造方法が、図 3 のフローチャート及び図 4 A ~ 図 4 G に示される断面図を参照しながら説明される。

【 0 0 4 1 】

図 4 A に示されるように、基板 1 0 の上に、薄膜トランジスタ 2 0 を含む駆動回路 2 が形成される ( 図 3 の S 1 )。具体的には、例えばベースコート層 1 1 が、プラズマ C V D 法を用いて基板 1 0 の表面上に形成される。ベースコート層 1 1 は、図 4 A では単層構造で示されているが、例えば 5 0 0 n m 程度の厚さの S i O<sub>2</sub> 層、その上に 5 0 n m 程度の厚さの S i N<sub>x</sub> 層、さらにその上に 2 5 0 n m 程度の厚さの S i O<sub>2</sub> 層を積層することによって形成される。

30

【 0 0 4 2 】

その後、例えばプラズマ C V D 法を用いてアモルファスシリコン ( a - S i ) 層からなる半導体膜がベースコート層 1 1 の表面に全面に亘って形成される。この半導体膜には、例えば 3 5 0 程度の温度下での 4 5 分間程度のアニール処理によって脱水素化の処理が行われる。そして、この半導体膜が数十 n s e c 程度のエキシマレーザの照射によってアニールされ、a - S i がポリシリコンに変換される。ポリシリコン化された半導体膜は、例えばフォトリソグラフィによるマスク形成及びドライエッチングによってパターンングされる。その結果、所定の幅及び長さを有する半導体層 2 1、並びに所定の形状を有する陰極配線 2 7 が形成される。この際、陰極配線 2 7 以外の走査線及びデータ線などの各配線 ( 図示せず ) も適宜形成され得る。その後、半導体層 2 1 などを覆うゲート絶縁膜 2 2 が成膜される。ゲート絶縁膜 2 2 は、例えばプラズマ C V D 法を用いて 5 0 n m 程度の厚さの S i O<sub>2</sub> 膜を成膜することによって形成される。

40

【 0 0 4 3 】

ゲート絶縁膜 2 2 上に、例えばスパッタリングなどによって M o 膜を 2 5 0 n m 程度の厚さに成膜し、ドライエッチングでパターンングすることによってゲート電極 2 3 が形成される。そして、ゲート電極 2 3 をマスクとして不純物イオン ( 例えばボロン ) がゲート絶縁膜 2 2 を通して半導体層 2 1 に高濃度でドーピングされ、さらに、注入された不純物

50

イオンがアニールによって活性化される。その結果、半導体層 2 1 において不純物イオンがドーピングされた領域が低抵抗化され、半導体層 2 1 に、低抵抗化された領域からなるソース 2 1 s 及びドレイン 2 1 d、並びにゲート 2 3 直下の領域からなるチャンネル 2 1 c が設けられる。アニールは例えば 350 程度の温度で 45 分間程度行われる。この際、陰極配線 2 7 及び陰極配線 2 7 以外に適宜形成された各配線もイオンドーピング及びアニールによって低抵抗化される。

#### 【 0 0 4 4 】

その後、ゲート絶縁膜 2 2 及びゲート電極 2 3 の全面に層間絶縁膜 2 4 が形成され、ソース 2 1 s 及びドレイン 2 1 d の一部を露出させるコンタクト孔 2 4 a が形成される。層間絶縁膜 2 4 は、例えばプラズマ CVD 法を用いて、主に SiO<sub>2</sub> からなる 300 nm 程度 10  
の厚さの下層と、主に SiN<sub>x</sub> からなる 300 nm 程度の厚さの上層との積層膜を成膜することによって形成される。コンタクト孔 2 4 a は、レジスト膜の形成と選択露光及び現像とによってマスクを形成し、ドライエッチングなどを行うことによって形成される。

#### 【 0 0 4 5 】

その後、金属を成膜することで、コンタクト孔 2 4 a 内に金属が埋め込まれると共に、層間絶縁膜 2 4 の表面にソース電極 2 5 及びドレイン電極 2 6 の金属膜が形成される。ソース電極 2 5 及びドレイン電極 2 6 の金属膜は、例えばスパッタリングなどを用いて、300 nm 程度の Ti 膜と 300 nm 程度の Al 膜とを積層し、さらにその上に 100 nm 程度 20  
の Ti 膜を積層することによって形成される。この金属膜をフォトリソグラフィ及びドライエッチングを用いてパターニングすることによって、半導体層 2 1 のソース 2 1 s 及びドレイン 2 1 d にそれぞれ接続されたソース電極 2 5 及びドレイン電極 2 6 が形成される。なお、ソース電極 2 5 及びドレイン電極 2 6 の形成と同様の方法で、陰極配線 2 7 に接続される第 1 コンタクト 2 8 が形成される。以上の工程によって、TF T 2 0 を含む駆動回路 2、すなわちバックプレーンと呼ばれる部分が形成される。なお、この駆動回路 2 の形成方法は、図 2 に例示されるトップゲート型ポリシリコン TF T に関する一例に過ぎず、ボトムゲート型の TF T が形成されてもよく、ポリシリコン TF T ではなくアモルファスシリコン TF T が、他の任意の方法で形成されてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

その後、図 4 B に示されるように、第 1 無機絶縁膜 3 1、有機絶縁膜 3 2 及び第 2 無機絶縁膜 3 3 が駆動回路 2 (図 4 A 参照) の表面に形成される (図 3 の S 2)。第 1 無機絶縁膜 3 1 は、例えばプラズマ CVD 法によって 200 nm 程度の厚さの SiN<sub>x</sub> 又は SiO<sub>2</sub> などの膜を成膜することによって形成される。第 1 無機絶縁膜 3 1 は、有機絶縁膜 3 2 の成分が TF T 2 0 に接触するのを防止するバリア層として機能する。また、有機絶縁膜 3 2 は、TF T 2 0 などの形成による凹凸を埋め込むもので、液状又は低粘度のペースト状の樹脂を塗布することによって形成される。液状の樹脂が用いられると、有機絶縁膜 3 2 の表面が平坦になり易い。塗布法としては、スリットコートやスピコートなどの方法が例示されるが、その両方を組み合わせたスリット&スピコート法であってもよい。有機絶縁膜 3 2 は 1 μm 以上、2 μm 以下程度の厚さに形成される。有機絶縁膜 3 2 の材料としては、例えばポリイミド樹脂又はアクリル樹脂などが用いられ得る。これらの樹脂にミヒラーズケトン、クロロチオキサントン、又はイソプロピルチオキサントンなどの光重合開始剤 (感光体) が添加された感光性樹脂が用いられてもよい。しかし、感光体を含まない非感光性樹脂は、純度が高く、しかも有機絶縁膜 3 2 の表面平滑性が高いので好ましい。特にアクリル樹脂が好ましい。 40

#### 【 0 0 4 7 】

第 2 無機絶縁膜 3 3 は、第 1 無機絶縁膜 3 1 と同様に、例えばプラズマ CVD などを用いて SiN<sub>x</sub> 又は SiO<sub>2</sub> などからなる膜を成膜することによって形成される。第 2 無機絶縁膜 3 3 を形成することによって、後工程で用いられ得る洗浄剤などの各種溶剤の有機絶縁膜 3 2 への浸透、及び、その結果生じ得る TF T 2 0 の劣化などが防がれる。

#### 【 0 0 4 8 】

第 2 無機絶縁膜 3 3 は、基板 1 0 の表面の凹凸などによって生じ得る有機絶縁膜 3 2 の 50

表面の凹凸が平坦化膜 30 の表面（第 2 無機絶縁膜 33 の表面）において現れないようにするためのものである。従って、第 2 無機絶縁膜 33 は、有機絶縁膜 32 の表面の凹凸の最大高低差  $D T$  に基づいて選択された厚さに形成されることが好ましい。例えば第 2 無機絶縁膜 33 は、有機絶縁膜 32 における第 2 無機絶縁膜 33 を向く表面の凹凸における最大高低差  $D T$  の 2 倍以上の厚さに形成される。そうすることで、有機絶縁膜 32 の表面の凹みを第 2 無機絶縁膜 33 の一部で確実に埋め込むことができる。また、第 2 無機絶縁層 33 は、有機絶縁膜 32 の表面における凹凸の最大高低差  $D T$  の 2 倍以上、3 倍以下の厚さに形成されることが、さらに好ましい。そうすることで、前述したように有機絶縁膜 32 の凹みを確実に埋めることができる。さらに、第 2 無機絶縁膜 33 を必要以上に厚くすることなく、第 2 無機絶縁膜 33 の成膜後にその表面に現れ得る有機絶縁膜 32 の表面の凹凸に基づく凹凸を後述する研磨工程で確実に均すことができ、しかも、研磨後における有機絶縁膜 32 の露出を略確実に防ぐことができる。

10

## 【0049】

次に、図 4 C に示されるように、第 2 無機絶縁膜 33 の表面が研磨される（図 3 の S3）。前述したように、有機発光素子 40（図 2 参照）の下地となる平坦化膜 30 の表面が十分に平坦でない場合、有機 EL 表示装置に表示ムラが生じ得ることが本発明者によって見出された。そのため、平坦化膜 30 の表面を構成する第 2 無機絶縁膜 33 の表面が研磨される。例えば第 2 無機絶縁膜 33 の表面は、50 nm 以下の算術平均粗さを有するように研磨される。その程度の表面粗さに研磨することによって、前述したように、人に感知されるような表示ムラを殆ど生じないようにすることができる。また、平坦化膜 30 の表面の平坦化においては、半導体装置の製造プロセスにおいて目標とされるような 20 nm を下回るほどの算術平均粗さは必ずしも求められない。むしろ、表面粗さの検査を含めて煩雑で時間のかかる研磨工程の回避のためには、第 2 無機絶縁膜 33 の表面は、20 nm 以上、50 nm 以下の算術平均粗さに研磨されることが好ましい。

20

## 【0050】

第 2 無機絶縁膜 33 は、第 2 無機絶縁膜 33 の表面の研磨において、例えば研磨量（研磨による第 2 無機絶縁膜 33 の厚さの減少量）が少なくとも部分的に有機絶縁膜 32 の表面における凹凸の最大高低差  $D T$  の 1 倍以上、2 倍未満となるように研磨される。そうすることによって、前述したように第 2 無機絶縁層 33 が有機絶縁膜 32 の凹凸の最大高低差  $D T$  の 2 倍以上の厚さに形成された場合に、有機絶縁膜 32 の凹凸に基づいて成膜後の第 2 無機絶縁膜 33 の表面に現れ得る凹凸を確実に均すことができ、しかも、研磨による有機絶縁膜 32 の露出を略確実に防ぐことができる。例えば図 4 C の例では、成膜後に第 2 無機絶縁膜 33 の表面において凸状部であった領域（例えば T F T 20 が形成されている領域）における研磨量 P1 は、有機絶縁膜 32 の表面における凹凸の最大高低差  $D T$  の略 2 倍である。また、図 4 C の例では、成膜後に第 2 無機絶縁膜 33 の表面において凹状部であった領域（例えば T F T 20 が形成されていない領域）における研磨量 P2 は、有機絶縁膜 32 の凹凸の最大高低差  $D T$  と略同じであるものの僅かに下回る量である。

30

## 【0051】

第 2 無機絶縁膜 33 の研磨の方法は、特に限定されない。しかし、50 nm 以下の算術平均粗さの達成のためには、セリウム、コロイダルシリカ、又はヒュームドシリカを含む中性のスラリーを研磨剤として用いる CMP 研磨によって研磨することが好ましい。CMP 研磨であれば、例えば研磨剤が有する表面化学作用によって機械的な研磨の効果を増大させ、平滑な研磨面を速やかに得ることができる。セリウムは、高い硬度を有し、その酸化物であるセリア（ $C e O_2$ ）がガラスと化学反応を起こすため、 $S i O_2$  などで形成される第 2 無機絶縁膜 33 に対する有効な研磨剤となり得る。コロイダルシリカは、通常 10 nm ~ 300 nm の粒子径を有する  $S i O_2$  又はその水和物のコロイドであり、ヒュームドシリカ（乾式シリカ又は高分散シリカとも呼ばれる）は、10 nm ~ 30 nm の粒径を有する真球状の  $S i O_2$  粒子が凝集（粒径 100 nm ~ 400 nm）したものであり、いずれも研磨剤として有効に機能する。

40

## 【0052】

50

また、第2無機絶縁膜33の研磨には、中性の水溶性アルコール又は水酸化カリウムの水溶液が、前述した研磨剤と共に用いられる。特に基板10がポリイミド樹脂で形成されている場合、基板10の腐食を防ぐ観点から、中性アルコール液を、前述した研磨剤と共に用いて第2無機絶縁膜33の表面を研磨することが好ましい。

#### 【0053】

図4Dに示されるように、第2無機絶縁膜33、有機絶縁膜32及び第1無機絶縁膜31に、駆動回路2(図4A参照)に達するコンタクト孔30aが形成される(図3のS4)。好ましくは、これら3つの絶縁膜を一括して貫くコンタクト孔30aが形成される。コンタクト孔30aは、好ましくは、後述する有機発光層43(図4F参照)の形成において有機発光層43が形成されるべき領域と、基板10の厚さ方向において重ならない領域に形成される。そうすることで、前述したように表示ムラの発生が防がれる。コンタクト孔30aの形成は、前述したコンタクト孔24aなどと同様に、例えばレジストマスクを形成したうえでドライエッチングによって行われる。平坦化膜30のように、無機膜と有機膜とが混在する膜に孔を形成する場合、ウェットエッチングを用いると両者のエッチングレートが異なるので孔の内壁に段差が生じることがある。その場合、後述する工程においてコンタクト孔30a内が金属によって完全に埋め込まれず、ソース電極25などとの接触抵抗が増大するという問題を発生しやすい。しかし、ドライエッチングを用いることによって、無機膜と有機膜とが混在する平坦化膜30に、段差の少ない内壁を有するコンタクト孔30aを形成することができる。なお、コンタクト孔30aの形成時に、平坦化膜30における第1コンタクト28の上方の部分にも、第1コンタクト45(図2参照)用のコンタクト孔30bがコンタクト孔30aと同様の方法で形成される。

10

20

#### 【0054】

図4Eに示されるように、コンタクト孔30aの内部に金属が埋め込まれると共に、所定の領域に有機発光素子40(図2参照)の第1電極41が形成される(図3のS5)。具体的には、例えばスパッタリングなどを用いて、10nm厚程度のITO膜、及び100nm厚程度のAg膜若しくはAPC膜が積層された下層と、主に10nm厚程度のITO膜からなる上層が成膜される。その結果、コンタクト孔30aの内部に金属が埋め込まれると共に、平坦化膜30の表面に、ITO膜、Ag膜若しくはAPC膜、及びITO膜の積層膜が形成される。その後、その積層膜をパターニングすることによって、第1電極41が形成される。この積層膜は、好ましくは図4Eに示されるように、コンタクト孔30aと平面視で重ならず且つ有機発光層43の形成に関して十分な大きさの領域を第1電極41が有するようにパターニングされる。なお、コンタクト孔30aへの金属の埋め込みの際に、コンタクト孔30bが少なくともITO膜、及び、Ag膜若しくはAPC膜で埋め込まれることによって第2コンタクト45が形成される。

30

#### 【0055】

図4Fに示されるように、第1電極41の上に有機発光層43が形成される(図3のS6)。具体的には、第1電極41の周縁部に、各画素を区画すると共に第1電極41と第2電極44(図2参照)の接触を防止する絶縁バンク42が形成される。絶縁バンク42はSiO<sub>2</sub>などの無機絶縁膜でもよいし、ポリイミド又はアクリル樹脂などの有機絶縁膜でもよい。例えばこれらの絶縁膜が平坦化膜30及び第1電極41の全面に成膜され、そのパターニングによって第1電極41の所定の領域が露出される。好ましくは、コンタクト孔30aと基板10の厚さ方向において重ならない、第1電極41の領域が露出される。絶縁バンク42は1μm程度の高さに形成される。前述したように有機発光層43の形成において各種の有機材料が積層される。有機材料の積層は例えば真空蒸着によって行われ、その場合、R、G、Bなどの所望のサブ画素に対応する開口を有する蒸着マスクを介して有機材料が蒸着される。有機発光層43の表面には、電子の注入性を向上させるLiFなどの層が形成されてもよい。なお、蒸着ではなくインクジェット法などを用いた印刷によって有機発光層43が形成されてもよい。

40

#### 【0056】

図4Gに示されるように、有機発光層43の上に第2電極44が形成される(図3のS

50

7)。第2電極44は、例えば共蒸着によって薄膜のMg-Ag共晶膜を成膜することによって形成される。第2電極44は第2コンタクト45上にも形成され、第2コンタクト45及び第1コンタクト28を介して陰極配線27に接続されている。Mg-Ag共晶膜は、融点異なるため別々のつぼから気化又は昇華されて成膜時に共晶化したMgとAgとの共晶膜であり、例えばMgが90質量%程度でAgが10質量%程度の割合で含まれている。第2電極44は、例えば10~20nm程度の厚さに形成される。

【0057】

第2電極44の上には、第2電極44及び有機発光層43を水分又は酸素などから護る被覆層46(図2参照)が形成される。被覆層46は、水分又は酸素に弱い第2電極44及び有機発光層43を保護するため、水分などを吸収し難いSiO<sub>2</sub>又はSiN<sub>x</sub>などの無機絶縁膜をプラズマCVD法などを用いて成膜することによって形成される。被覆層46は、好ましくは、その端部が第2無機絶縁膜33などの無機膜と密着するように形成される。無機膜同士の接合のため両者が密着性良く接合されるからである。そうすることによって、水分などの浸入をより確実に防止することができる。以上の工程を経ることによって、図2に示される有機EL表示装置1が製造され得る。

【0058】

〔まとめ〕

(1)本発明の第1実施形態の有機EL表示装置は、薄膜トランジスタを含む駆動回路が形成された表面を有する基板と、前記駆動回路を覆うことによって前記基板の前記表面を平坦化する平坦化膜と、前記平坦化膜の表面上に形成され、前記駆動回路と電気的に接続された有機発光素子と、を備え、前記平坦化膜は、前記駆動回路の上に積層された第1無機絶縁膜、前記第1無機絶縁膜の上に積層された有機絶縁膜、及び、前記有機絶縁膜の上に積層された第2無機絶縁膜を含んでおり、前記第2無機絶縁膜における前記有機絶縁膜と反対方向を向く表面が、50nm以下の算術平均粗さを有している。

【0059】

(1)の構成によれば、有機EL表示装置において輝度ムラ又は色ムラなどを少なくすることができる。

【0060】

(2)上記(1)の有機EL表示装置において、前記第2無機絶縁膜における前記表面が、20nm以上、50nm以下の算術平均粗さを有していてもよい。その場合、表示品位に影響し得る表示ムラの効果的な抑制と簡便な製造とが両立され易い。

【0061】

(3)上記(1)又は(2)の有機EL表示装置において、前記有機絶縁膜は感光体を含まないアクリル樹脂、又は感光体を含まないポリイミド樹脂であってもよい。その場合、表面の平坦性の高い有機絶縁膜が得られ易く、50nm以下の算術平均粗さの表面を有する平坦化膜が得られ易い。

【0062】

(4)上記(1)~(3)のいずれかの有機EL表示装置において、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面が、100nm以上、300nm以下の算術平均粗さを有していてもよい。その場合、50nm以下の算術平均粗さの表面を有する平坦化膜の形成が容易になることがあり、しかも、有機絶縁膜におけるレベリング向上剤の含有量が過剰とならない程度に留めることができる。

【0063】

(5)上記(4)の有機EL表示装置において、前記有機絶縁膜が、前記有機絶縁膜の前記表面における平坦性を向上させる添加剤を0.5質量%以上、5質量%以下の含有率で含んでいてもよい。その場合、50nm以下の算術平均粗さの表面を有する平坦化膜の形成が容易になり、しかも、有機絶縁膜を構成する樹脂材料に求められる特性が影響を受けること殆どない。

【0064】

(6)上記(1)~(5)のいずれかの有機EL表示装置において、前記駆動回路と前記

10

20

30

40

50

有機発光素子とは、前記第1無機絶縁膜、前記有機絶縁膜、及び、前記第2無機絶縁膜を一括して貫くコンタクト孔に埋め込まれた金属を介して接続されていてもよい。その場合、駆動回路と有機発光素子とが、良好な導電性を有する経路で確実に接続される。

【0065】

(7) 上記(1)~(6)のいずれかの有機EL表示装置において、前記第2無機絶縁膜の厚さは、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面の凹凸に基づいて変動し、かつ、前記有機絶縁膜の前記表面の全面において前記凹凸の最大高低差の1倍以上、3倍以下であってもよい。その場合、有機絶縁膜が露出されることなく、有機絶縁膜の表面の凹凸が平坦化膜の表面において均され得る。

【0066】

(8) 本発明の第2実施形態の有機EL表示装置の製造方法は、基板の上に、薄膜トランジスタを含む駆動回路を形成する工程と、前記駆動回路の表面に第1無機絶縁膜、有機絶縁膜及び第2無機絶縁膜を形成する工程と、前記第2無機絶縁膜の表面を研磨する工程と、前記第2無機絶縁膜、前記有機絶縁膜及び前記第1無機絶縁膜に、前記駆動回路に達するコンタクト孔を形成する工程と、前記コンタクト孔の内部に金属を埋め込むと共に、所定の領域に第1電極を形成する工程と、前記第1電極の上に有機発光層を形成する工程と、前記有機発光層の上に第2電極を形成する工程と、を含んでいる。

【0067】

(8)の構成によれば、輝度ムラ又は色ムラなどの少ない有機EL表示装置を適切に製造することができる。

【0068】

(9) 上記(8)の有機EL表示装置の製造方法では、前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、セリウム、コロイダルシリカ、又はヒュームドシリカを含む中性のスラリーを研磨剤として用いるCMP研磨によって、前記第2無機絶縁膜の前記表面を50nm以下の算術平均粗さに研磨してもよい。そうすることによって、表示ムラを略生じさせない程度の表面粗さに平坦化膜の表面を速やかに研磨することができる。

【0069】

(10) 上記(9)の有機EL表示装置の製造方法では、前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、前記第2無機絶縁膜の前記表面を20nm以上、50nm以下の算術平均粗さに研磨してもよい。そうすることによって、平坦化膜において表示ムラを略生じさせない程度の表面粗さを得ることができ、しかも、長時間を要する煩雑な研磨工程を回避することができる。

【0070】

(11) 上記(9)又は(10)の有機EL表示装置の製造方法では、前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、中性アルコール液を前記研磨剤と共に用いて前記第2無機絶縁膜の前記表面を研磨してもよい。そうすることで、基板にポリイミドなどの樹脂を用いている場合でも、その腐食を防止することができる。

【0071】

(12) 上記(8)~(11)のいずれかの有機EL表示装置の製造方法では、前記第2無機絶縁膜の形成において、前記有機絶縁膜における前記第2無機絶縁膜を向く表面の凹凸における最大高低差の2倍以上の厚さに前記第2無機絶縁膜を形成し、前記第2無機絶縁膜の前記表面の研磨において、前記研磨による前記第2無機絶縁膜の厚さの減少量が少なくとも部分的に前記最大高低差の1倍以上、2倍未満となるように前記第2無機絶縁膜を研磨してもよい。そうすることで、有機絶縁膜の凹凸に基づいて成膜後の第2無機絶縁膜の表面に現れ得る凹凸を確実に均すことができ、しかも、研磨による有機絶縁膜の露出を略確実に防ぐことができる。

【0072】

(13) 上記(12)の有機EL表示装置の製造方法では、前記第2無機絶縁膜の形成において、前記最大高低差の2倍以上、3倍以下の厚さに前記第2無機絶縁膜を形成してもよい。そうすることで、第2無機絶縁膜を必要以上に厚くすることなく有機絶縁膜の凹み

10

20

30

40

50

を確実に埋めることができる。

【 0 0 7 3 】

( 1 4 ) 上記 ( 8 ) ~ ( 1 3 ) のいずれかの有機 E L 表示装置の製造方法において、前記コンタクト孔の形成をドライエッチングによって行ってもよい。そうすることで、コンタクト孔の内壁に段差が生じ難いため有機発光素子と駆動回路との接触抵抗の増大を防止することができる。

【 0 0 7 4 】

( 1 5 ) 上記 ( 8 ) ~ ( 1 4 ) のいずれかの有機 E L 表示装置の製造方法において、前記有機発光層を形成すべき領域と前記基板の厚さ方向において重ならない領域に前記コンタクト孔を形成してもよい。そうすることによって、有機発光層の表面に凹みが生じることを防ぐことができ、表示品位の低下を防ぐことができる。

10

【符号の説明】

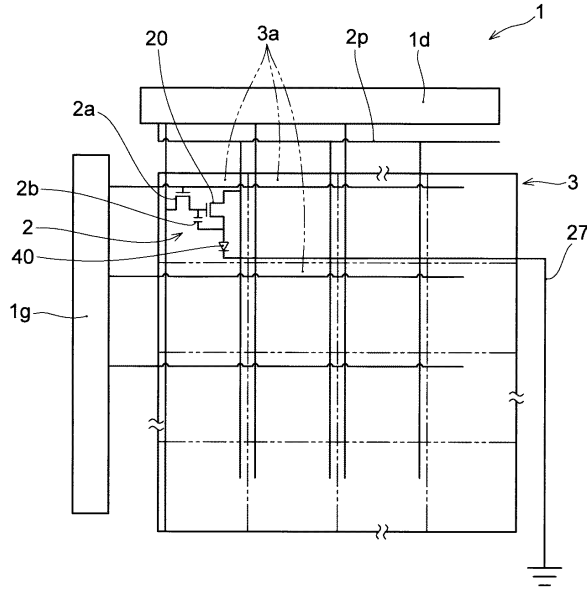
【 0 0 7 5 】

- 1 有機 E L 表示装置
- 2 駆動回路
- 3 有機 E L 表示パネル
- 1 0 基板
- 2 0 薄膜トランジスタ ( 駆動 T F T 、 T F T )
- 2 3 ゲート電極
- 2 5 ソース電極
- 2 6 ドレイン電極
- 3 0 平坦化膜
- 3 0 a 、 3 0 b コンタクト孔
- 3 1 第 1 無機絶縁膜
- 3 2 有機絶縁膜
- 3 3 第 2 無機絶縁膜
- 4 0 有機発光素子 ( O L E D )
- 4 1 第 1 電極
- 4 3 有機発光層
- 4 4 第 2 電極

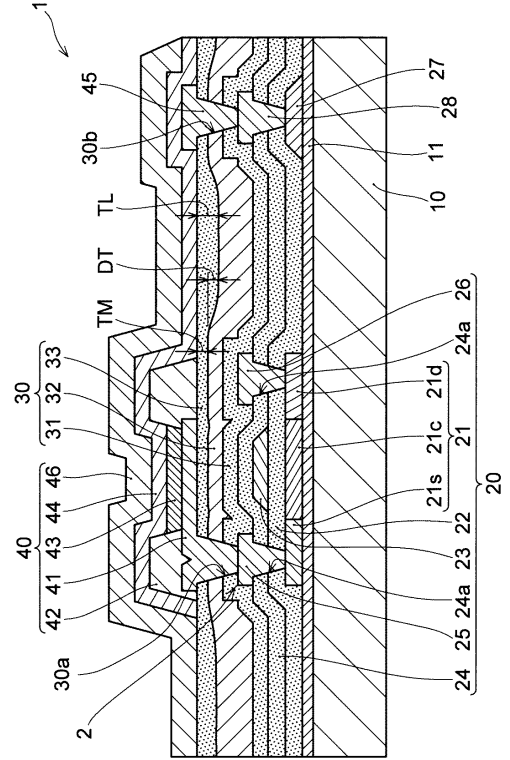
20

30

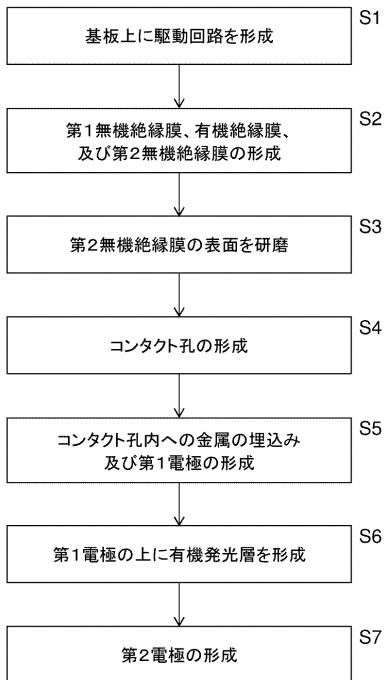
【図1】



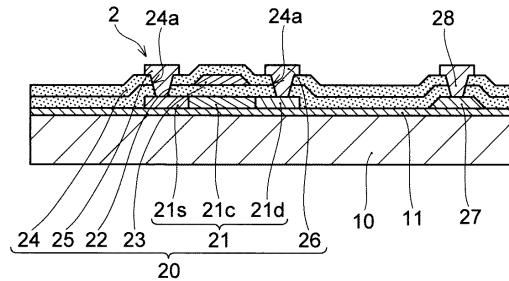
【図2】



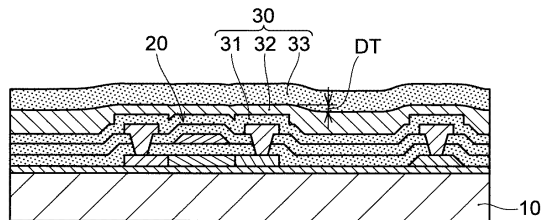
【図3】



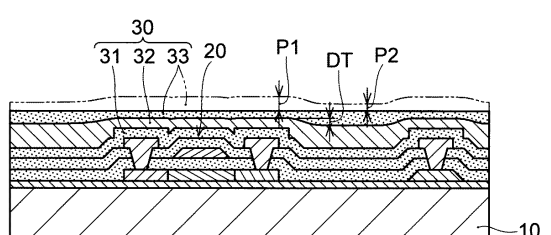
【図4A】



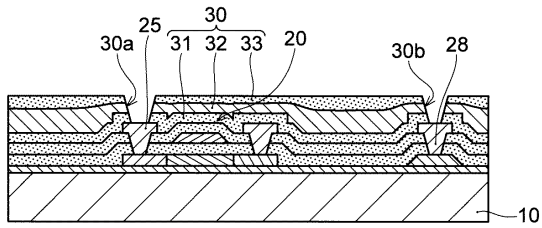
【図4B】



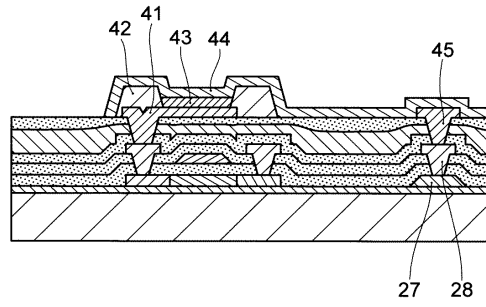
【図4C】



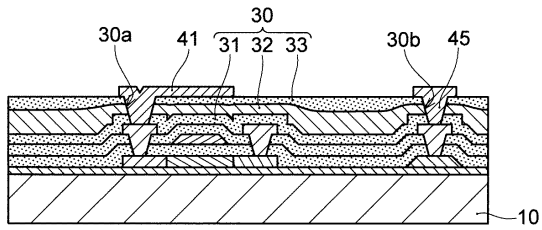
【図 4 D】



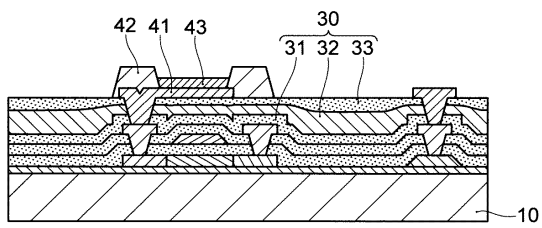
【図 4 G】



【図 4 E】



【図 4 F】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>G 0 9 F</i>	<i>9/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 9 F</i>	<i>9/30</i>	<i>3 3 8</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>21/336</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 9 F</i>	<i>9/00</i>	<i>3 3 8</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>29/786</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>29/78</i>	<i>6 1 9 A</i>
			<i>H 0 1 L</i>	<i>29/78</i>	<i>6 1 3 Z</i>
			<i>H 0 1 L</i>	<i>29/78</i>	<i>6 2 7 A</i>

(56)参考文献 特開2016 - 153888 (JP, A)  
 特開2018 - 025777 (JP, A)  
 特開2013 - 008437 (JP, A)  
 特開2016 - 197704 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 B 3 3 / 2 2  
 H 0 5 B 3 3 / 1 0  
 H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6  
 H 0 1 L 2 7 / 3 2  
 H 0 1 L 2 9 / 7 8 6  
 G 0 9 F 9 / 0 0  
 G 0 9 F 9 / 3 0  
 H 0 1 L 2 1 / 3 3 6

专利名称(译)	有机EL显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP6694988B2</a>	公开(公告)日	2020-05-20
申请号	JP2019092310	申请日	2019-05-15
[标]申请(专利权)人(译)	帕拉丁知识产权私人有限公司		
申请(专利权)人(译)	堺显示器制品有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	堺显示器制品有限公司		
[标]发明人	岸本克彦		
发明人	岸本 克彦		
IPC分类号	H05B33/22 H05B33/10 H01L27/32 H01L51/50 G09F9/30 G09F9/00 H01L21/336 H01L29/786		
FI分类号	H05B33/22.Z H05B33/10 H01L27/32 H05B33/14.A G09F9/30.365 G09F9/30.338 G09F9/00.338 H01L29/78.619.A H01L29/78.613.Z H01L29/78.627.A		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC33 3K107/CC45 3K107/DD90 3K107/DD95 3K107/DD96 3K107/FF15 3K107/GG13 5C094/AA03 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/DA09 5C094/DA13 5C094/DB01 5C094/FB14 5C094/GB10 5C094/JA01 5C094/JA08 5F110/AA26 5F110/BB01 5F110/CC02 5F110/CC08 5F110/DD01 5F110/DD02 5F110/DD13 5F110/DD14 5F110/DD17 5F110/EE04 5F110/EE44 5F110/FF02 5F110/FF30 5F110/GG02 5F110/GG13 5F110/GG45 5F110/HJ01 5F110/HJ13 5F110/HJ23 5F110/HL02 5F110/HL03 5F110/HL04 5F110/HL06 5F110/HL07 5F110/HL12 5F110/NN03 5F110/NN04 5F110/NN23 5F110/NN24 5F110/NN27 5F110/NN35 5F110/NN40 5F110/PP03 5F110/PP35 5F110/QQ11 5F110/QQ19 5G435/AA01 5G435/AA17 5G435/BB05 5G435/HH13 5G435/KK05		
审查员(译)	小久保Shuyo		
其他公开文献	JP2019175854A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

为了提供一种具有几乎不均匀的亮度，不均匀的颜色和不均匀的显示的有机EL显示装置。解决方案：有机EL显示装置1包括基板10，该基板10的表面上形成有包括薄膜晶体管20的驱动电路2，平坦化膜30，其通过覆盖驱动电路2而平坦化基板的表面；以及有机发光元件40，其形成在平坦化膜30的表面上并电连接至驱动电路2。平坦化膜30包括：层叠在驱动电路2上的第一无机绝缘膜31，层叠在第一无机绝缘膜31上的有机绝缘膜32和层叠在有机绝缘膜32上的第二无机绝缘膜33。第二无机绝缘膜33中的有机绝缘膜32的算术平均粗糙度小于或等于50nm。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6694988号 (P6694988)
(45) 発行日 令和2年5月20日(2020.5.20)	(24) 登録日 令和2年4月22日(2020.4.22)	
(51) Int. Cl.	F I	
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22	Z
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	
H01L 27/32 (2006.01)	H01L 27/32	
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30	365
	請求項の数 12 (全 20 頁)	最終頁に続く
(21) 出願番号 特願2019-92310(P2019-92310)	(73) 特許権者 512225287 堺ディスプレイプロダクト株式会社 大阪府堺市堺区匠町1番地	
(22) 出願日 令和1年5月15日(2019.5.15)	(74) 代理人 110001896 特許業務法人朝日奈特許事務所	
(62) 分割の表示 特願2019-513476(P2019-513476)の分割	(72) 発明者 岸本 克彦 大阪府堺市堺区匠町1番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内	
原出願日 平成30年3月28日(2018.3.28)	審査官 小久保 州洋	
(65) 公開番号 特開2019-175854(P2019-175854A)		
(43) 公開日 令和1年10月10日(2019.10.10)		
審査請求日 令和1年5月15日(2019.5.15)		
		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置及び有機EL表示装置の製造方法