

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年10月4日(04.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/179233 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/04 (2006.01) H05B 33/02 (2006.01)  
G09F 9/30 (2006.01) H05B 33/06 (2006.01)  
H01L 27/32 (2006.01)

(74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA Seiji); 〒5410041  
大阪府大阪市中央区北浜一丁目8番1  
6号 大阪証券取引所ビル10階 奥田  
国際特許事務所 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/013267

(22) 国際出願日: 2017年3月30日(30.03.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

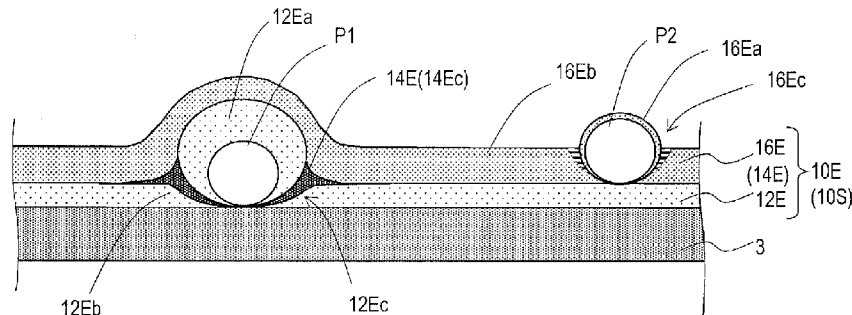
(71) 出願人: 堺 ディスプレイ プロダク  
ト 株式会社 (SAKAI DISPLAY PRODUCTS  
CORPORATION) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺  
市堺区匠町1番地 Osaka (JP).

(72) 発明者: 岸本 克彦 (KISHIMOTO, Katsuhiko).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,  
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,  
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,  
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ORGANIC EL DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 有機ELデバイスおよびその製造方法



(57) Abstract: An organic EL device (100A) according to one embodiment of the present invention comprises: an element substrate which comprises a plurality of organic EL elements (3) that are supported by a substrate; and a thin film sealing structure (10E) which is formed on the plurality of organic EL elements. The thin film sealing structure (10E) comprises at least one composite laminate (10S) which is configured of a first inorganic barrier layer (12E), an organic barrier layer (14E) that has a plurality of solid parts which are discretely distributed, while being in contact with the upper surface of the first inorganic barrier layer (12E), and a second inorganic barrier layer (16E) that is in contact with the upper surface of the first inorganic barrier layer and the upper surfaces of the plurality of solid parts of the organic barrier layer; and the plurality of solid parts include a plurality of solid parts which are discretely arranged and have recessed surfaces.

(57) 要約: 実施形態による有機ELデバイス(100A)は、基板に支持された複数の有機EL素子(3)を有する素子基板と、複数の有機EL素子上に形成された薄膜封止構造(10E)とを有し、薄膜封止構造(10E)は、第1無機バリア層(12E)と、第1無機バリア層(12E)の上面に接しかつ離散的に分布する複数の中実部を有する有機バリア層(14E)と、第1無機バリア層の上面および有機バリア層の複数の中実部の上面に接する第2無機バリア層(16E)とで構成された、少なくとも1つの複合積層体(10S)を有し、複数の中実部は、離散的に設けられた、凹状の表面を有する複数の中実部を含む。

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：有機ＥＬデバイスおよびその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、有機ＥＬデバイス（例えば、有機ＥＬ表示装置および有機ＥＬ照明装置）およびその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 有機ＥＬ（Electro Luminescence）表示装置が実用化され始めた。有機ＥＬ表示装置の特徴の１つにフレキシブルな表示装置が得られる点が挙げられる。有機ＥＬ表示装置は、画素ごとに少なくとも１つの有機ＥＬ素子（Organic Light Emitting Diode：OLED）と、各OLEDに供給される電流を制御する少なくとも１つのTFT（Thin Film Transistor）とを有する。以下、有機ＥＬ表示装置をOLED表示装置と呼ぶことにする。このようにOLEDごとにTFTなどのスイッチング素子を有するOLED表示装置は、アクティブマトリクス型OLED表示装置と呼ばれる。また、TFTおよびOLEDが形成された基板を素子基板ということにする。

[0003] OLED（特に有機発光層および陰極電極材料）は、水分の影響を受けて劣化しやすく、表示むらを生じやすい。OLEDを水分から保護するとともに、柔軟性を損なわない封止構造を提供する技術として、薄膜封止（Thin Film Encapsulation：TFE）技術が開発されている。薄膜封止技術は、無機バリア層と有機バリア層とを交互に積層することによって、薄膜で十分な水蒸気バリア性を得ようとするものである。OLED表示装置の耐湿信頼性の観点から、薄膜封止構造のWVTR（Water Vapor Transmission Rate：WVTR）としては、典型的には $1 \times 10^{-4} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 以下が求められている。

[0004] 現在市販されているOLED表示装置に使われている薄膜封止構造は、厚さが約 $5 \mu\text{m}$ ～約 $20 \mu\text{m}$ の有機バリア層（高分子バリア層）を有している。このように比較的厚い有機バリア層は、素子基板の表面を平坦化する役割

も担っている。しかしながら、有機バリア層が厚いと、OLED表示装置の屈曲性が制限されるという問題がある。

[0005] また、量産性が低いという問題もある。上述の比較的厚い有機バリア層は、インクジェット法やマイクロジェット法などの印刷技術を用いて形成されている。一方、無機バリア層は、薄膜成膜技術を用いて真空（例えば、1 Pa以下）雰囲気中で形成されている。印刷技術を用いた有機バリア層の形成は大気中または窒素雰囲気中で行われ、無機バリア層の形成は真空中で行われるので、薄膜封止構造を形成する過程で、素子基板を真空チャンバーから出し入れすることになり量産性が低い。

[0006] そこで、例えば、特許文献1に開示されているように、無機バリア層と有機バリア層とを連続して製造することが可能な成膜装置が開発されている。

[0007] また、特許文献2には、第1の無機材料層、第1の樹脂材、および第2の無機材料層を素子基板側からこの順で形成する際に、第1の樹脂材を第1の無機材料層の凸部（凸部を被覆した第1の無機材料層）の周囲に偏在させた薄膜封止構造が開示されている。特許文献2によると、第1の無機材料層によって十分に被覆されないおそれのある凸部の周囲に第1の樹脂材を偏在させることによって、その部分からの水分や酸素の侵入が抑制される。また、第1の樹脂材が第2の無機材料層の下地層として機能することで、第2の無機材料層が適正に成膜され、第1の無機材料層の側面を所期の膜厚で適切に被覆することが可能になる。第1の樹脂材は次の様にして形成される。加熱気化させたミスト状の有機材料を、室温以下の温度に維持された素子基板上に供給し、基板上で有機材料が凝縮し、滴状化する。滴状化した有機材料が、毛細管現象または表面張力によって、基板上を移動し、第1の無機材料層の凸部の側面と基板表面との境界部に偏在する。その後、有機材料を硬化させることによって、境界部に第1の樹脂材が形成される。特許文献3にも同様の薄膜封止構造を有するOLED表示装置が開示されている。また、特許文献4はOLED表示装置の製造に用いられる成膜装置を開示している。

先行技術文献

## 特許文献

[0008] 特許文献1：特開 2 0 1 3 － 1 8 6 9 7 1 号公報

特許文献2：国際公開公報第 2 0 1 4 ／ 1 9 6 1 3 7 号

特許文献3：特開 2 0 1 6 － 3 9 1 2 0 号公報

特許文献4：特開 2 0 1 3 － 6 4 1 8 7 号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献 2 または 3 に記載されている薄膜封止構造は、厚い有機バリア層を有しないので、O L E D 表示装置の屈曲性は改善されると考えられる。また、無機バリア層と有機バリア層とを連続して形成することが可能なので、量産性も改善される。

[0010] しかしながら、本発明者の検討によると、特許文献 2 または 3 に記載の方法で有機バリア層を形成すると、十分な耐湿信頼性が得られないという問題が発生することがあった。この問題は、有機バリア層を介して、大気中の水蒸気が素子基板上のアクティブ領域（「素子形成領域」または「表示領域」ということもある。）内に到達することに起因していることがわかった。また、原因として、後述するように主に 2 つモードがあることがわかった。

[0011] ここでは、フレキシブルな有機 E L 表示装置に好適に用いられる薄膜封止構造の問題を説明したが、薄膜封止構造は、有機 E L 表示装置に限られず、有機 E L 照明装置などの他の有機 E L デバイスにも用いられる。

[0012] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、後述する 2 つのモードの原因の内の少なくとも 1 つを解決することによって、量産性および耐湿信頼性が改善された、比較的薄い有機バリア層を有する薄膜封止構造を備える有機 E L デバイスおよびそ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

[0013] 本発明のある実施形態による有機 E L デバイスは、基板と前記基板に支持

された複数の有機EL素子とを有する素子基板と、前記複数の有機EL素子上に形成された薄膜封止構造とを有し、前記薄膜封止構造は、第1無機バリア層と、前記第1無機バリア層の上面に接しかつ離散的に分布する複数の中実部を有する有機バリア層と、前記第1無機バリア層の前記上面および前記有機バリア層の前記複数の中実部の上面に接する第2無機バリア層とで構成された、少なくとも1つの複合積層体を有し、前記複数の中実部は、離散的に設けられた、凹状の表面を有する複数の中実部を含む。「中実部」とは、有機バリア層の中で、実際に有機膜（例えば、光硬化樹脂膜）が存在している部分を指す。逆に、有機膜が存在しない部分を非中実部という。中実部に包囲された非中実部を開口部ということもある。

[0014] ある実施形態において、前記複数の中実部は、前記基板法線方向から見たときの面積円相当径が $2\mu\text{m}$ 以上のリング状の複数の島状中実部を含み、かつ、互いに隣接する2つの島状中実部の距離は $2\text{mm}$ 以上である。

[0015] ある実施形態において、前記有機ELデバイスは、前記基板に支持された駆動回路と、周辺領域に配置された複数の端子と、前記駆動回路と前記複数の端子とを接続する複数の引出し配線をさらに有し、前記薄膜封止構造は、前記複数の引出し配線の前記駆動回路側の部分の上に設けられており、前記複数の引出し配線のそれぞれの部分の上には、前記有機バリア層が存在せず、前記第1無機バリア層と前記第2無機バリア層とが直接接触している無機バリア層接合部を有する。

[0016] ある実施形態において、前記複数の引出し配線のそれぞれは、少なくとも一部に、線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパ角が $90^\circ$ 未満である順テーパ側面部分を前記第1無機バリア層に接する2つの側面の少なくとも最下部に有し、前記順テーパ側面部分を有する、前記複数の引出し配線のそれぞれの部分の上に前記無機バリア層接合部を有する。

[0017] ある実施形態において、前記無機バリア層接合部の長さは少なくとも $0.1\text{mm}$ である。

[0018] ある実施形態において、前記有機バリア層の表面は酸化されている。

[0019] ある実施形態において、前記有機バリア層は光硬化樹脂で形成されている。

[0020] ある実施形態において、前記有機バリア層の厚さは500nm未満である。

[0021] ある実施形態において、前記第1および第2無機バリア層は、それぞれ独立に、厚さが200nm以上1000nm以下のSiN層である。

[0022] ある実施形態において、前記薄膜封止構造は、無機下地層と、前記無機下地層の上に形成された有機平坦化層とをさらに有し、前記少なくとも1つの複合積層体は、前記有機平坦化層の上面に接するように形成されている。

[0023] ある実施形態において、前記薄膜封止構造は、有機平坦化層をさらに有し、前記少なくとも1つの前記複合積層体は2つの複合積層体であって、前記有機平坦化層は、前記2つの複合積層体の間に形成されている。

[0024] ある実施形態において、前記有機平坦化層の厚さは3μm以上である。

[0025] 本発明のある実施形態による、有機ELデバイスの製造方法は、上記のいずれかの有機ELデバイスの製造方法であって、前記複合積層体を形成する工程は、前記第1無機バリア層が形成された前記素子基板をチャンバー内に用意する工程と、前記チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂を供給する工程と、前記第1無機バリア層上で前記光硬化性樹脂を凝縮させて、液膜を形成する工程と、前記光硬化性樹脂の前記液膜に光を照射することによって、光硬化樹脂層を形成する工程と、前記光硬化樹脂層を部分的にアッシングすることによって、前記有機バリア層を形成する工程とを包含する。

[0026] ある実施形態において、前記アッシングは、N<sub>2</sub>O、O<sub>2</sub>およびO<sub>3</sub>の内の少なくとも1種のガスを用いたプラズマアッシング法で行われる。

[0027] 本発明の上記の実施形態は、下記の実施形態と組合せ得る。

[0028] 本発明のある実施形態による有機ELデバイスは、基板と、前記基板上に形成された複数のTFETと、それぞれが前記複数のTFETのいずれかに接続された複数のゲートバスラインおよび複数のソースバスラインと、それぞれが前記複数のTFETのいずれかに接続された複数の有機EL素子と、前記複

数の有機EL素子が配置されているアクティブ領域の外側の周辺領域に配置された複数の端子と、前記複数の端子と前記複数のゲートバスラインまたは前記複数のソースバスラインのいずれかとを接続する複数の引出し配線と、前記複数の有機EL素子の上および前記複数の引出し配線の前記アクティブ領域側の部分の上に形成された薄膜封止構造とを有し、前記薄膜封止構造は、第1無機バリア層と、前記第1無機バリア層に接する有機バリア層と、前記有機バリア層に接する第2無機バリア層とを有し、前記複数の引出し配線のそれぞれは、少なくとも一部に、線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパ角が $90^{\circ}$ 未満である順テーパ側面部分を前記第1無機バリア層に接する2つの側面の少なくとも最下部に有し、前記順テーパ側面部分を有する、前記複数の引出し配線のそれぞれの部分の上には、前記有機バリア層が存在せず、前記第1無機バリア層と前記第2無機バリア層とが直接接触している。

[0029] ある実施形態において、前記複数の端子のそれぞれは、側面のテーパ角が $90^{\circ}$ 未満である順テーパ側面部分を露出された全ての側面の少なくとも最下部に有する。

[0030] ある実施形態において、前記順テーパ側面部分のテーパ角は $85^{\circ}$ 以下である。

[0031] ある実施形態において、前記順テーパ側面部分の前記基板の法線方向の長さは $50\text{ nm}$ 以上である。

[0032] ある実施形態において、前記有機バリア層が存在せず、前記第1無機バリア層と前記第2無機バリア層とが直接接触している、前記複数の引出し配線の前記それぞれの部分の長さは、少なくとも $0.01\text{ mm}$ である。

[0033] ある実施形態において、前記複数のゲートバスラインおよび前記複数のソースバスラインの線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパ角は $85^{\circ}$ 超である。

[0034] ある実施形態において、前記有機バリア層は平坦部には実質的に存在しない。

[0035] ある実施形態において、前記有機バリア層の下地表面は、前記アクティブ領域を実質的に包囲するバンクを有し、前記バンクは、幅に沿った断面の形状における側面のテーパ角が $90^{\circ}$ 未満である順テーパ側面部分を前記第1無機バリア層に接する2つの側面の少なくとも最下部に有し、前記複数の引出し配線のそれぞれの前記バンク上に位置する部分は、前記順テーパ側面部分を有し、前記バンクの上には前記有機バリア層が存在せず、前記第1無機バリア層と前記第2無機バリア層とが直接接触している。

[0036] 本発明のある実施形態による有機ELデバイスの製造方法は、上記のいずれかに記載の有機EL表示デバイスの製造方法であって、前記複数の有機EL素子が形成された基板の前記アクティブ領域に選択的に前記第1無機バリア層を形成する工程Aと、前記工程Aの後で、前記基板をチャンバー内に配置し、前記チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂を供給する工程と、前記第1無機バリア層上で光硬化性樹脂を凝縮させる工程であって、前記順テーパ側面部分を有する、前記複数の引出し配線のそれぞれの部分の上には、前記光硬化性樹脂を存在させないように、前記光硬化性樹脂を凝縮させる工程Bと、前記工程Bの後に、前記凝縮された前記光硬化性樹脂に光を照射することによって、光硬化樹脂からなる前記有機バリア層を形成する工程とを包含する。

[0037] 本発明の他の実施形態による有機ELデバイスの製造方法は、上記のいずれかに記載の有機ELデバイスの製造方法であって、前記複数の有機EL素子が形成された基板の前記アクティブ領域に選択的に前記第1無機バリア層を形成する工程Aと、前記工程Aの後で、前記基板をチャンバー内に配置し、前記チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂を供給する工程と、前記第1無機バリア層上で光硬化性樹脂を凝縮させ、前記光硬化性樹脂の液膜を形成する工程と、前記光硬化性樹脂の液膜に光を照射することによって、光硬化樹脂層を形成する工程と、前記光硬化樹脂層を部分的にアッシングすることによって、前記有機バリア層を形成する工程とを包含する。

[0038] ある実施形態による有機ELデバイスの製造方法は、前記複数のゲートバ

スライン、前記複数のソースバスライン、前記複数の引出し配線および前記複数の端子をドライエッチングプロセスを用いて形成する工程を包含する。

[0039] ある実施形態において、前記複数の引出し配線を形成する工程は、多階調マスクを用いるフォトリソグラフィ工程によって、前記順テーパー側面部分を有する部分を形成する工程を包含する。

[0040] ある実施形態において、前記光硬化性樹脂はビニル基含有モノマーを含む。前記ビニル基含有モノマーはアクリルモノマーを含むことが好ましい。前記光硬化性樹脂はシリコン樹脂であってもよい。

[0041] 本発明のある実施形態による有機ELデバイスは、基板上に形成された有機EL素子と、前記有機EL素子上に形成された薄膜封止構造とを有し、前記薄膜封止構造は、第1無機バリア層と、前記第1無機バリア層に接する有機バリア層と、前記有機バリア層に接する第2無機バリア層とを有し、前記有機バリア層は、少なくとも平坦部上の一部に存在しており、かつ、前記有機バリア層の表面は酸化されている。ここで、「平坦部」とは、薄膜封止構造が形成される有機EL素子の表面の内の平坦な部分で、最も低いものを指す。ただし、有機EL素子の表面にパーティクル（微細なごみ）が付着している部分を除く。

[0042] ある実施形態において、前記第1および第2無機バリア層はそれぞれ独立に厚さが200nm以上1000nm以下のSiN層である。前記SiN層は膜応力の絶対値が100MPa以下であることが好ましく、50MPa以下であることがさらに好ましい。前記SiN層の成膜温度は90℃以下であることが好ましい。

[0043] 本発明の実施形態による有機ELデバイスの製造方法は、上記のいずれかの有機EL表示装置の製造方法であって、前記第1無機バリア層が形成された有機EL素子をチャンバー内に用意する工程と、前記チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂を供給する工程と、前記第1無機バリア層上で光硬化性樹脂を凝縮させ、前記光硬化性樹脂の液膜を形成する工程と、前記光硬化性樹脂の液膜に光を照射することによって、光硬化樹脂層を形成する工

程と、前記光硬化樹脂層を部分的にアッシングすることによって、前記有機バリア層を形成する工程とを包含する。

[0044] ある実施形態において、アッシングは、 $N_2O$ 、 $O_2$ および $O_3$ の内の少なくとも1種のガスを用いたプラズマアッシング法で行われる。

### 発明の効果

[0045] 本発明の実施形態によると、量産性および耐湿信頼性が改善された、比較的薄い有機バリア層を有する薄膜封止構造を備える有機ELデバイスおよびその製造方法が提供される。

### 図面の簡単な説明

[0046] [図1] (a) は本発明の実施形態によるOLED表示装置100のアクティブ領域の模式的な部分断面図であり、(b) は、OLED3上に形成されたTFE構造10の部分断面図である。

[図2] 本発明の実施形態1によるOLED表示装置100Aの構造を模式的に示す平面図である。

[図3] (a) ~ (e) はOLED表示装置100Aの模式的な断面図であり、(a) は図2中の3A-3A'線に沿った断面図であり、(b) は図2中の3B-3B'線に沿った断面図であり、(c) は図2中の3C-3C'線に沿った断面図であり、(d) は図2中の3D-3D'線に沿った断面図であり、(e) は図2中の3E-3E'線に沿った断面図である。

[図4] (a) は図3(a)のパーティクルPを含む部分の拡大図であり、(b) はパーティクルPと、パーティクルPを覆う第1無機バリア層(SiN層)と、有機バリア層との大きさの関係を示す模式的な平面図であり、(c) はパーティクルPを覆う第1無機バリア層の模式的な断面図である。

[図5] (a) および(b) はそれぞれ実施形態1による他のOLED表示装置が有するTFE構造10Bおよび10Cの模式的な部分断面図である。

[図6] 本発明の実施形態2によるOLED表示装置におけるTFE構造10Dの模式的な部分断面図であり、(a) はパーティクルPを含む部分の断面図であり、(b) は、有機バリア層14Dの下地表面(例えば、OLED3の

表面)に形成されたアクティブ領域を実質的に包囲するバンク3DBを含む部分の断面図である。

[図7]パーティクル(直径 $1\mu\text{m}$ の球状シリカ)を覆う第1無機バリア層(SiN層)の断面SEM像であり、平面SEM像(左下)を併せて示している。

[図8]パーティクル(直径 $2.15\mu\text{m}$ の球状シリカ)を覆う、TFE構造の断面SEM像であり、平面SEM像(左下)を併せて示している。

[図9](a)～(c)は有機バリア層14Dを形成する工程を説明するための模式的な断面である。

[図10](a)～(c)は第2無機バリア層16Dを形成する工程を説明するための模式的な断面である。

[図11]過度にアッシングされた有機バリア層14Ddを示す模式的な断面図である。

[図12]過度にアッシングされた有機バリア層14Dd上に形成された第2無機バリア層16Dを示す模式的な断面図である。

[図13](a)および(b)は、有機バリア層を介して、大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達する第2のモードを説明する、従来のTFE40および参考例のTFE構造10DXの模式的な断面図である。

[図14]本発明の実施形態3によるOLED表示装置におけるTFE構造10Eの模式的な部分断面図である。

[図15]TFE構造10Eにおける有機バリア層14Eの好ましい直径 $D_0$ および隣接間距離 $d_0$ を説明するための模式的な平面図である。

[図16]本発明の実施形態4によるOLED表示装置におけるTFE構造10Fの模式的な部分断面図である。

[図17]本発明の実施形態5によるOLED表示装置におけるTFE構造10Gの模式的な部分断面図である。

[図18](a)および(b)はそれぞれ実施形態1によるOLED表示装置が有し得るTFEの例を示す模式的な断面図である。

[図19] (a) ~ (d) は、実施形態 1 による他の O L E D 表示装置の模式的な断面であり、それぞれ図 3 (b) ~ (e) に対応する。

[図20]有機バリア層 1 4 の形成に用いられる成膜装置 2 0 0 の構成を示す模式図である。

### 発明を実施するための形態

[0047] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態による O L E D 表示装置およびその製造方法を説明する。なお、本発明の実施形態は、以下に例示する実施形態に限定されない。

[0048] [第 1 のモード]

まず、有機バリア層を介して、大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達する原因の 2 つのモードの内の第 1 のモードを説明する。

[0049] インクジェット法などの印刷法を用いて有機バリア層を形成する場合、有機バリア層は、素子基板上のアクティブ領域にのみ形成され、アクティブ領域以外の領域には形成されないようにすることができる。したがって、アクティブ領域の周辺（外側）では、第 1 の無機材料層と第 2 の無機材料層とが直接接触する領域が存在し、有機バリア層は第 1 無機材料層と第 2 無機材料層とによって完全に包囲されており、周囲から隔絶されている。

[0050] これに対し、特許文献 2 または 3 に記載の有機バリア層の形成方法では、素子基板の全面に樹脂（有機材料）が供給され、液状の樹脂の表面張力を利用して、素子基板の表面の凸部の側面と基板表面との境界部に樹脂を偏在させる。したがって、アクティブ領域外の領域（「周辺領域」ということもある。）、すなわち、複数の端子が配置される端子領域、およびアクティブ領域から端子領域に至る引出し配線が形成される引出し配線領域にも有機バリア層が形成されることがある。具体的には、例えば、引出し配線および端子の側面と基板表面との境界部に樹脂が偏在する。そうすると、引出し配線に沿って形成された有機バリア層の部分の端部は第 1 無機バリア層と第 2 無機バリア層とによって包囲されておらず、大気（周辺雰囲気）に晒されている。

[0051] 有機バリア層は、無機バリア層に比べて水蒸気バリア性が低いので、引出し配線に沿って形成された有機バリア層は、大気中の水蒸気をアクティブ領域内へ導く経路となってしまう。これが第1のモードである。以下ではまず、第1のモードの原因による耐湿信頼性の低下を抑制する実施形態を説明する。

[0052] 図1(a)および(b)を参照して、本発明の実施形態によるOLED表示装置100の基本的な構成を説明する。図1(a)は、本発明の実施形態によるOLED表示装置100のアクティブ領域の模式的な部分断面図であり、図1(b)は、OLED3上に形成されたTFE構造10の部分断面図である。後に説明する実施形態1および実施形態2によるOLED表示装置も基本的に同じ構成を有しており、特に、TFE構造に関する構造以外の構造はOLED表示装置100と同じであってよい。

[0053] OLED表示装置100は、複数の画素を有し、画素ごとに少なくとも1つの有機EL素子(OLED)を有している。ここでは、簡単のために、1つのOLEDに対応する構造について説明する。

[0054] 図1(a)に示す様に、OLED表示装置100は、フレキシブル基板(以下、単に「基板」ということがある。)1と、基板1上に形成されたTFEを含む回路(バックプレーン)2と、回路2上に形成されたOLED3と、OLED3上に形成されたTFE構造10とを有している。OLED3は例えばトップエミッションタイプである。OLED3の最上部は、例えば、上部電極またはキャップ層(屈折率調整層)である。TFE構造10の上にはオプションな偏光板4が配置されている。

[0055] 基板1は、例えば厚さが15 $\mu$ mのポリイミドフィルムである。TFEを含む回路2の厚さは例えば4 $\mu$ mであり、OLED3の厚さは例えば1 $\mu$ mであり、TFE構造10の厚さは例えば1.5 $\mu$ m以下である。

[0056] 図1(b)は、OLED3上に形成されたTFE10の部分断面図である。OLED3の直上に第1無機バリア層(例えばSiN層)12が形成されており、第1無機バリア層12の上に有機バリア層(例えばアクリル樹脂層

）１４が形成されており、有機バリア層１４の上に第２無機バリア層（例えばＳｉＮ層）１６が形成されている。

[0057] 例えば、第１無機バリア層１２および第２無機バリア層１６は、例えば厚さが４００ｎｍのＳｉＮ層であり、有機バリア層１４は厚さが１００ｎｍ未満のアクリル樹脂層である。第１無機バリア層１２および第２無機バリア層１６の厚さはそれぞれ独立に、２００ｎｍ以上１０００ｎｍ以下であり、有機バリア層１４の厚さは５０ｎｍ以上２００ｎｍ未満である。ＴＦＥ構造１０の厚さは４００ｎｍ以上２μｍ未満であることが好ましく、４００ｎｍ以上１．５μｍ未満であることがさらに好ましい。

[0058] ＴＦＥ構造１０は、ＯＬＥＤ表示装置１００のアクティブ領域（図２中のアクティブ領域Ｒ１参照）を保護するように形成されており、少なくともアクティブ領域には、上述したように、ＯＬＥＤ３に近い側から順に、第１無機バリア層１２、有機バリア層１４、および第２無機バリア層１６を有している。なお、有機バリア層１４は、アクティブ領域の全面を覆う膜として存在しているのではなく、離散的に分布する複数の中実部（実際に有機膜が存在する部分）を有している。逆に、有機膜が存在しない部分を非中実部という。中実部に包囲された非中実部を開口部ということもある。非中実部においては、第１無機バリア層１２と第２無機バリア層１６とが直接接触している。有機バリア層１４が有する非中実部は、少なくとも、アクティブ領域を包囲するように連続する部分を含み、アクティブ領域は、第１無機バリア層１２と第２無機バリア層１６とが直接接触している部分（以下、「無機バリア層接合部」という。）で完全に包囲されている。

[0059] （実施形態１）

図２から図５を参照して、本発明の実施形態１によるＯＬＥＤ表示装置の構造および製造方法を説明する。

[0060] 図２に本発明の実施形態１によるＯＬＥＤ表示装置１００Ａの模式的な平面図を示す。

[0061] ＯＬＥＤ表示装置１００Ａは、フレキシブル基板１と、フレキシブル基板

1 上に形成された回路（「駆動回路」または「バックプレーン回路」ということがある。）2 と、回路 2 上に形成された複数の OLED 3 と、OLED 3 上に形成された TFE 構造 10A とを有している。複数の OLED 3 が配列されている層を OLED 層 3 ということがある。なお、回路 2 と OLED 層 3 とが一部の構成要素を共有してもよい。TFE 構造 10A の上にはオプションな偏光板（図 1 中の参照符号 4 を参照）がさらに配置されてもよい。また、例えば、TFE 構造 10A と偏光板との間にタッチパネル機能を担う層が配置されてもよい。すなわち、OLED 表示装置 100A は、オンセル型のタッチパネル付き表示装置に改変され得る。

[0062] 回路 2 は、複数の TFT（不図示）と、それぞれが複数の TFT（不図示）のいずれかに接続された複数のゲートバスライン（不図示）および複数のソースバスライン（不図示）とを有している。回路 2 は、複数の OLED 3 を駆動するための公知の回路であってよい。複数の OLED 3 は、回路 2 が有する複数の TFT のいずれかに接続されている。OLED 3 も公知の OLED であってよい。

[0063] OLED 表示装置 100A は、さらに、複数の OLED 3 が配置されているアクティブ領域（図 2 中の破線で囲まれた領域）R1 の外側の周辺領域 R2 に配置された複数の端子 38A と、複数の端子 38A と複数のゲートバスラインまたは複数のソースバスラインのいずれかとを接続する複数の引出し配線 30A を有しており、TFE 構造 10A は、複数の OLED 3 の上および複数の引出し配線 30A のアクティブ領域 R1 側の部分の上に形成されている。すなわち、TFE 構造 10A はアクティブ領域 R1 の全体を覆い、かつ、複数の引出し配線 30A のアクティブ領域 R1 側の部分の上に選択的に形成されており、引出し配線 30A の端子 38A 側および端子 38A は、TFE 構造 10A では覆われていない。

[0064] 以下では、引出し配線 30A と端子 38A とが同じ導電層を用いて一体に形成された例を説明するが、互いに異なる導電層（積層構造を含む）を用いて形成されてもよい。

[0065] 次に、図3（a）～（e）を参照して、OLED表示装置100AのTFE構造10Aを説明する。図3（a）に図2中の3A－3A'線に沿った断面図を示し、図3（b）に図2中の3B－3B'線に沿った断面図を示し、図3（c）に図2中の3C－3C'線に沿った断面図を示し、図3（d）に図2中の3D－3D'線に沿った断面図を示し、図3（e）に図2中の3E－3E'線に沿った断面図を示す。なお、図3（d）および（e）は、TFE構造10Aが形成されていない領域の断面図であるが、有機バリア層14Aは端子38Aが形成されている領域（端子領域）まで延設され得るので併せて示している。

[0066] 図3（a）～（c）に示す様に、TFE構造10Aは、OLED3上に形成された第1無機バリア層12Aと、第1無機バリア層12Aに接する有機バリア層14Aと、有機バリア層14Aに接する第2無機バリア層16Aとを有している。第1無機バリア層12Aおよび第2無機バリア層16Aは、例えば、SiN層であり、マスクを用いたプラズマCVD法で、アクティブ領域R1を覆うように所定の領域だけに選択的に形成される。ここでは、第1無機バリア層12Aおよび第2無機バリア層16Aは、それぞれ独立に、アクティブ領域R1の上および複数の引出し配線30Aのアクティブ領域R1側の部分の上に選択的に形成される。なお、信頼性の観点からは、第2無機バリア層16Aは、第1無機バリア層12Aと同じ（外縁が一致する）か、第1無機バリア層12Aの全体を覆うように形成されることが好ましい。

[0067] 有機バリア層14Aは、例えば、上記特許文献2または3に記載の方法で形成され得る。例えば、後に、図20を参照して詳述するように、成膜装置200を用いて、チャンバー内で、蒸気または霧状の光硬化性樹脂（例えばアクリルモノマー）を、室温以下の温度に維持された素子基板上に供給し、素子基板上で凝縮させ、液状になった光硬化性樹脂の毛細管現象または表面張力によって、第1無機バリア層12Aの凸部の側面と平坦部との境界部に偏在させる。その後、光硬化性樹脂に例えば紫外線を照射することによって、凸部の周辺の境界部に有機バリア層（例えばアクリル樹脂層）14Aの中

実部を形成する。この方法によって形成される有機バリア層 14 は、平坦部には中実部が実質的に存在しない。有機バリア層の形成方法に関して、特許文献 2 および 3 の開示内容を参考のために本明細書に援用する。

[0068] T F E 構造 10 A における有機バリア層 14 A は、また、後述する実施形態 2 の O L E D 表示装置が有する、平坦部にも中実部が存在する T F E 構造 10 D の形成方法において、成膜装置 200 を用いて形成する樹脂層の初期層厚さ（光硬化性樹脂の液膜の厚さとほぼ等しい）を調整する（例えば、100 nm 未満とする）、および／または、アッシング条件（時間を含む）を調整することによっても、形成することもできる。

[0069] 図 3（a）は、図 2 中の 3 A - 3 A' 線に沿った断面図であり、パーティクル P を含む部分を示している。パーティクル P は、O L E D 表示装置の製造プロセス中に発生する微細なゴミで、例えば、ガラスの微細な破片、金属の粒子、有機物の粒子である。マスク蒸着法を用いると、特にパーティクルが発生しやすい。

[0070] 図 3（a）に示す様に、有機バリア層（中実部）14 A は、パーティクル P の周辺にのみ形成され得る。これは、第 1 無機バリア層 12 A を形成した後に付与されたアクリルモノマーが、パーティクル P 上の第 1 無機バリア層 12 A a の表面（テーパ角が 90° 超）の周辺に凝縮され、偏在するからである。第 1 無機バリア層 12 A の平坦部上は、有機バリア層 14 A の非中実部となっている。

[0071] ここで、図 4（a）、（b）および（c）を参照して、パーティクル P を含む部分の構造を説明する。図 4（a）は図 3（a）のパーティクル P を含む部分の拡大図であり、図 4（b）はパーティクル P と、パーティクル P を覆う第 1 無機バリア層（S i N 層）と、有機バリア層との大きさの関係を示す模式的な平面図であり、図 4（c）はパーティクル P を覆う第 1 無機バリア層（例えば S i N 層）の模式的な断面図である。

[0072] 図 4（c）に示す様に、パーティクル（例えば直径が約 1  $\mu$ m 以上）P が存在すると、第 1 無機バリア層にクラック（欠陥）12 A c が形成されるこ

とがある。これは、後に説明するように、パーティクルPの表面から成長するSiN層12Aaと、OLED3の表面の平坦部分から成長するSiN層12Abとが衝突（インピンジ）するために生じたと考えられる。このようなクラック12Acが存在すると、TFE構造10Aのバリア性が低下する。

[0073] OLED表示装置100AのTFE構造10Aでは、図4（a）に示す様に、有機バリア層14Aが、第1無機バリア層12Aのクラック12Acを充填するように形成され、かつ、有機バリア層14Aの表面（凹状）は、パーティクルP上の第1無機バリア層12Aaの表面と、OLED3の平坦部上の第1無機バリア層12Abとの表面を連続的に滑らかに連結する。有機バリア層14Aは、後述するように、液状の光硬化性樹脂を硬化することによって形成されるので、表面張力によって凹状の表面を形成する。このとき、光硬化性樹脂は、第1無機バリア層12Aに対して良好な濡れ性を示している。光硬化性樹脂の第1無機バリア層12Aに対する濡れ性が悪いと、逆に凸状になることがある。

[0074] 凹状の表面を有する有機バリア層（中実部）14Aによって、パーティクルP上の第1無機バリア層12Aaの表面と、平坦部上の第1無機バリア層12Abとの表面を連続的に滑らかに連結されるので、この上に、欠陥の無い、緻密な膜で第2無機バリア層16Aを形成することができる。このように、有機バリア層14Aによって、パーティクルPが存在しても、TFE構造10Aのバリア性を保持することができる。

[0075] 有機バリア層（中実部）14Aは、図4（b）に示す様に、パーティクルPの周りにリング状に形成される。直径（面積円相当径）が1 $\mu$ m程度のパーティクルPに対して、例えば、リング状の中実部の直径（面積円相当径）D<sub>0</sub>は2 $\mu$ m以上である。また、後述するように、離散的に分布する複数の島状中実部の隣接する2つの島状中実部の距離は2mm以上であることが好ましい。すなわち、島状中実部は、幅2mm以上の無機バリア層接合部によって包囲されていることが好ましい。このような構成を採用すると、有機バリ

ア層 14 A を介して大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達する（後述する第 2 のモード）ことによる耐湿信頼性の低下を抑制することができる。

[0076] 次に、図 3（b）および（c）を参照して、引出し配線 30 A 上の T F E 構造 10 A の構造を説明する。図 3（b）は、図 2 中の 3 B－3 B' 線に沿った断面図であり、引出し配線 30 A のアクティブ領域 R 1 側の部分 32 A の断面図であり、図 3（c）は図 2 中の 3 C－3 C' 線に沿った断面図であり、側面のテーパ角が 90° 未満である順テーパ側面部分（傾斜側面部分）T S F を有する部分 34 A の断面図である。

[0077] 引出し配線 30 A は、例えば、ゲートバスラインまたはソースバスラインと同じプロセスでパターニングされるので、ここでは、アクティブ領域 R 1 内に形成されるゲートバスラインおよびソースバスラインも、図 3（b）に示した引出し配線 30 A のアクティブ領域 R 1 側の部分 32 A と同じ断面構造を有する例を説明する。

[0078] 本発明の実施形態による O L E D 表示装置 100 A は、例えば、高精細の中小型のスマートフォンおよびタブレット端末に好適に用いられる。高精細（例えば 500 p p i）の中小型（例えば 5.7 型）の O L E D 表示装置では、限られた線幅で、十分に低抵抗な配線（ゲートバスラインおよびソースバスラインを含む）を形成するために、アクティブ領域 R 1 内における配線の線幅方向に平行な断面の形状は矩形（側面のテーパ角が約 90°）に近いことが好ましい。一方、O L E D 表示装置 100 A のアクティブ領域 R 1 は、第 1 無機バリア層 12 A と第 2 無機バリア層 16 A とが直接接触する無機バリア層接合部によって実質的に包囲されているので、有機バリア層 14 A が水分の侵入経路となって、O L E D 表示装置のアクティブ領域 R 1 に水分が到達することがない。上記無機バリア層接合部は、引出し配線 30 A に形成された順テーパ側面部分を有する部分上に形成される。順テーパ側面部分を形成すると、引出し配線 30 A の底部の配線幅を一定とするならば、引出し配線 30 A の断面積が小さくなり、抵抗が増大する。したがって、順テーパ側面部分は、引出し配線 30 A の一部にだけ選択的に形成し、他

の部分は低い抵抗を得るために矩形の断面形状を有することが好ましい。アクティブ領域 R 1 内に形成される配線の断面も矩形の断面形状を有することが好ましい。順テーパー側面部分を形成する部分の長さは、耐湿信頼性と抵抗との関係で適宜設定され得る。ただし、十分に低い抵抗を得られるのであれば、引出し配線 3 0 A の全長にわたって順テーパー側面部分を形成してもよい。

[0079] O L E D 表示装置 1 0 0 A は、例えば高精細な中小型の表示装置であり、ゲートバスラインおよびソースバスラインの線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパー角は約  $90^{\circ}$  である。引出し配線 3 0 A のアクティブ領域 R 1 側の部分 3 2 A も、ゲートバスラインまたはソースバスラインと同様に、線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパー角は約  $90^{\circ}$  である。引出し配線 3 0 A の部分 3 2 A を覆う第 1 無機バリア層 1 2 A の最下部（引出し配線 3 0 A の側面を覆う部分と、基板 1 の平坦部上に形成された部分との境界部）に、有機バリア層（中実部）1 4 A が形成されている。これは、第 1 無機バリア層 1 2 A の表面が  $90^{\circ}$  以下の角度を成す箇所には、有機材料が偏在しやすいからである。

[0080] これに対して、図 3（c）に示す、引出し配線 3 0 A の部分 3 4 A は、側面のテーパー角が  $90^{\circ}$  未満である順テーパー側面部分（傾斜側面部分）T S F を有している。順テーパー側面部分 T S F のテーパー角は  $85^{\circ}$  以下が好ましく、 $70^{\circ}$  以下が好ましい。このように、順テーパー側面部分 T S F を有する部分では、第 1 無機バリア層 1 2 A の表面が  $90^{\circ}$  以下の角度を形成しないので、有機材料が偏在し難いからである。第 1 無機バリア層 1 2 A の表面が  $90^{\circ}$  超の角度を成す箇所に有機材料が偏在したとしても、その量は、第 1 無機バリア層 1 2 A の表面が  $90^{\circ}$  以下の角度を成す箇所に比べて少ない。したがって、一旦形成された有機バリア層 1 4 A を、例えば後述するアッシング処理を行うことによって、第 1 無機バリア層 1 2 A の表面が  $90^{\circ}$  超の角度を成す箇所の有機材料を除去することができる。

[0081] 図 3（c）に示した順テーパー側面部分 T S F を有する引出し配線 3 0 A

の部分 3 4 A の上には、有機バリア層（中実部） 1 4 が存在せず、第 1 無機バリア層 1 2 A と第 2 無機バリア層 1 6 A とが直接接触している（すなわち、無機バリア層接合部が形成されている。）。また、平坦部には、有機バリア層 1 4（中実部）A が形成されていないので、引出し配線 3 0 A は、図 2 中の 3 C - 3 C' 線に沿った断面において、第 1 無機バリア層 1 2 A と第 2 無機バリア層 1 6 A とが直接接触している無機バリア層接合部で覆われている。したがって、上述したように、引出し配線に沿って形成された有機バリア層が大気中の水蒸気をアクティブ領域内へ導く経路となることがない。耐湿信頼性の観点からは、引出し配線 3 0 A の部分 3 4 A の長さ、すなわち、無機バリア層接合部の長さは、少なくとも 0. 0 1 mm であることが好ましい。無機バリア層接合部の長さに特に上限は無いが、0. 1 mm 超としても耐湿信頼性を向上させる効果はほぼ飽和しており、それ以上長くしても、むしろ、額縁幅を増大させるだけなので、0. 1 mm 以下が好ましく、例えば 0. 0 5 mm 以下とすればよい。インクジェット法で有機バリア層を形成する従来の T F E 構造では、有機バリア層の端部が形成される位置のばらつきを考慮して 0. 5 mm ~ 1. 0 mm 程度の長さの無機バリア層接合部が設けられている。これに対し、本発明の実施形態によると、無機バリア層接合部の長さは 0. 1 mm 以下でよいので、有機 E L 表示装置を狭額縁化できる。

[0082] 次に、図 3（d）および（e）を参照する。図 3（d）および（e）は、T F E 構造 1 0 A が形成されていない領域の断面図である。図 3（d）に示す引出し配線 3 0 A の部分 3 6 A は、図 3（b）に示した引出し配線 3 0 A の部分 3 2 A と同様の断面形状を有しており、その側面の最下部に有機バリア層 1 4 A が形成されている。一方、図 3（e）に示す端子 3 8 A は、図 3（c）に示した引出し配線 3 0 A の部分 3 4 A と同様の断面形状を有しており、側面のテーパ角が 9 0° 未満である順テーパ側面部分 T S F を有している。したがって、端子 3 8 A の側面には有機バリア層（中実部） 1 4 A が存在しない。また、平坦部上にも有機バリア層（中実部） 1 4 A が存在しない。

[0083] 有機バリア層 1 4 A は、上述したように、蒸気または霧状の有機材料（例えばアクリルモノマー）を供給する工程を包含するので、第 1 無機バリア層 1 2 A および第 2 無機バリア層 1 6 A の様に所定の領域にのみ選択的に形成することができない。したがって、端子 3 8 A 上にも有機バリア層（中実部）1 4 A が形成され得ることになる。そうすると、端子 3 8 A 上の有機バリア層（中実部）1 4 A を除去する必要性が生じ、量産性が低下する。端子 3 8 A の側面に順テーパー側面部分 T S F を形成することによって、端子 3 8 A の側面上に有機バリア層（中実部）1 4 A が形成されるのを抑制することができる。端子 3 8 A が有する側面の全てに順テーパー側面部分 T S F を形成することが好ましい。なお、端子 3 8 A の側面や上面に有機バリア層（中実部）1 4 が形成されたとしても、アッシング処理によって除去することができる。

[0084] また、図 3（d）に示した引出し配線 3 0 A の部分 3 6 A の断面形状は、図 3（c）に示した部分 3 4 A および図 3（d）に示した端子 3 8 A と同様にしてもよい。なお、引出し配線 3 0 A を形成する工程において、多階調マスク（ハーフトーンマスクまたはグレートーンマスク）を用いるフォトリソグラフィ工程によって、1 回の露光工程で、順テーパー側面部分 T S F を有する部分を含む引出し配線 3 0 A を形成することができる。なお、本明細書において、「フォトリソグラフィ工程」は、レジスト付与、露光、現像、レジストをマスクとしたエッチング、レジスト剥離を含む。

[0085] 次に、図 5（a）および（b）を参照する。図 5（a）および（b）はそれぞれ実施形態 1 による他の O L E D 表示装置が有する T F E 構造 1 0 B および 1 0 C の模式的な部分断面図である。

[0086] 図 5（a）は、T F E 構造 1 0 B の図 2 中の 3 B－3 B' 線に沿った模式的な断面図であり、引出し配線のアクティブ領域 R 1 側の部分 3 2 B の断面図である。

[0087] 例えば、図 3（b）に示した断面形状を有する引出し配線 3 0 A を形成しようとしても、プロセス条件の変動によって、図 5（a）に示したような、

逆テーパ側面を有する部分 3 2 B が形成されることがある。逆テーパ側面が形成されると、第 1 無機バリア層 1 2 B は不連続となる。このような場合でも、引出し配線の部分 3 2 B の側面の最下部に有機バリア層 1 4 B が形成され、その上に欠陥の無い第 2 無機バリア層 1 6 B を形成することができる。このように、有機バリア層 1 4 B は、パーティクル P が存在する場合や、逆テーパ状の断面形状を有するパターンが形成された場合に、耐湿信頼性が低下することを抑制することができる。

[0088] 図 5 (b) は、T F E 構造 1 0 C の図 2 中の 3 C - 3 C' 線に沿った模式的な断面図である。T F E 構造 1 0 A においては部分 3 4 の側面の全体を順テーパ側面部分 T S F としたが、図 5 (b) に示す部分 3 4 C の様に、側面の少なくとも最下部にだけ順テーパ側面部分 T S F を形成してもよい。有機材料（例えばアクリルモノマー）が偏在するのは、側面の最下部（平坦部との境界）なので、この部分に有機材料が偏在することを抑制すればよい。順テーパ側面部分 T S F の高さ（基板法線方向の長さ）は、有機材料の厚さよりも大きいことが好ましく、例えば、5 0 n m 以上、好ましくは 1 0 0 n m 以上ある。順テーパ側面部分を含む配線の部分は、逆テーパ部を有しないことが好ましい。このような断面形状を有する部分 3 4 上には有機バリア層が存在しなくても、欠陥の無い第 1 無機バリア層 1 2 C および第 2 無機バリア層 1 6 C を形成することができる。

[0089] プロセスマージンを考慮すると、順テーパ側面部分のテーパ角は 8 5 ° 未満、好ましくは 7 0 ° 以下とし、それ以外の配線部分のテーパ角は 8 5 ° 超 9 0 ° 以下に設定することが好ましく、テーパ角の差は 1 5 ° 以上あることが好ましい。なお、順テーパ側面部分のテーパ角の下限に特に制限はないが、3 0 ° 以上であることが好ましい。テーパ角を 3 0 ° 未満としても有機材料の偏在を抑制する効果に特段の差がなく、配線間の距離を一定とするならば、配線の抵抗が大きくなる、または、配線抵抗を一定とするならば、配線間距離が小さくなるだけだからである。このような断面形状を有するゲートバスライン、ソースバスラインおよび引出し配線ならびに端

子は、ドライエッチングプロセスを用いて形成することが好ましい。なお、順テーパー側面部分のテーパー角は、多階調マスク（ハーフトーンマスクまたはグレートーンマスク）のパターンで調整することができ、それ以外の部分のテーパー角はドライエッチング条件で調整することができる。

[0090] （実施形態2）

実施形態1によるOLED表示装置の製造方法は、例えば、以下の工程を包含する。複数の引出し配線30Aのそれぞれの少なくとも一部に、線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパー角が90°未満である順テーパー側面部分を露出された2つの側面の少なくとも最下部に形成する。次に、アクティブ領域R1に選択的に第1無機バリア層12Aを形成した後、チャンバー内に蒸気または霧状のアクリルモノマーを供給し、第1無機バリア層12A上でアクリルモノマーを凝縮させる工程において、複数の引出し配線30Aのそれぞれの順テーパー側面部分を有する部分の上には、アクリルモノマーを存在させないように、アクリルモノマーを凝縮させる。凝縮されたアクリルモノマーに光（例えば紫外線）を照射することによってアクリル樹脂からなる有機バリア層14を形成する。

[0091] 上述の方法は、アクリルモノマーを偏在させるので、プロセスマージンが狭いという問題がある。以下に説明する実施形態2のOLED表示装置の製造方法は、平坦部上の一部にも樹脂層（例えばアクリル樹脂層）を形成し、樹脂層を部分的にアッシングすることによって有機バリア層を形成する工程を包含している。後に、図20を参照して詳述するように、成膜装置200を用いて、有機バリア層を形成することができる。例えば、チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂を供給し、素子基板上で光硬化性樹脂を凝縮させて、液膜を形成する。その後、光硬化性樹脂の液膜に光を照射することによって、光硬化樹脂層を形成する。得られた光硬化樹脂層を部分的にアッシングすることによって、有機バリア層が得られる。

[0092] 形成する樹脂層の初期層厚さを調整する（例えば、100nm未満とする）、および／または、アッシング条件（時間を含む）を調整することによ

て、種々の形態の有機バリア層を形成することができる。すなわち、実施形態1で説明したOLED表示装置100Aが有する有機バリア層14Aを形成することもできるし、平坦部の一部または全部を覆う有機バリア層（中実部）を形成することもできる。なお、有機バリア層の面積が大きいと、耐屈曲性を向上させる効果が得られるが、一方で、後述する第2のモードによる耐湿信頼性の低下が起こることがある。用途に応じて、有機バリア層（中実部）の形態を適宜選択すればよい。

[0093] なお、TFE構造を形成する前の素子基板の構造、特に、引出し配線および端子の構造ならびにTFEの構造は、実施形態1で説明したいずれであってもよい。

[0094] 図6（a）は、本発明の実施形態2によるOLED表示装置におけるTFE構造10Dの模式的な部分断面図であり、パーティクルPを含む部分を示している。図4（c）を参照して説明した様に、パーティクルPが存在すると、第1無機バリア層12Dにクラック（欠陥）12Dcが形成されることがある。これは、図7に示す断面SEM像から、パーティクルPの表面から成長するSiN層12Daと、OLED3の表面の平坦部分から成長するSiN層12Dbとが衝突（インピンジ）するために生じたと考えられる。このようなクラック12Dcが存在すると、TFE構造10Dのバリア性が低下する。なお、図7のSEM像は、ガラス基板上に、パーティクルPとして、直径が1 $\mu$ mの球状シリカを配置した状態で、SiN膜をプラズマCVD法で成膜した試料の断面SEM像である。断面はパーティクルPの中心を通っていない。また、最表面は断面加工時の保護のためのカーボン層（C-depo）である。このように、直径が1 $\mu$ mの比較的小さな球状のシリカが存在するだけで、SiN層12Dにクラック（欠陥）12Dcが形成される。

[0095] 実施形態2のOLED表示装置におけるTFE構造10Dでは、図6（a）に示す様に、有機バリア層14Dcが、第1無機バリア層12Dのクラック12DcおよびパーティクルPのオーバーハング部分を充填するように形

成されているので、第2無機バリア層16Dによってバリア性を保持することができる。これは、図8に示す断面SEM像で確認することができる。図8においては、第1無機バリア層12D上に第2無機バリア層16Dが直接形成された箇所には界面は観察されていないが、模式図では分かり易さのために、第1無機バリア層12Dと第2無機バリア層16Dとを異なるハッチングで示している。

[0096] 図8に示す断面SEM像は、図7の断面SEM像と同様に、ガラス基板上に、直径が $2.15\mu\text{m}$ の球状シリカを配置した状態で、TFE構造10Dを成膜した試料の断面SEM像である。図8と図7と比較すれば分かるように、図8に示す直径が約2倍のパーティクルPであっても、アクリル樹脂層の上に形成されたSiN膜は欠陥の無い緻密な膜であることがわかる。アクリル樹脂層は、凹状の表面を有しており、SiN膜に対して良好な濡れ性を有していることがわかる。

[0097] また、図7の場合と同様に、パーティクルP（直径が $2.15\mu\text{m}$ および $4.6\mu\text{m}$ の球状シリカ）を覆うようにSiN膜をプラズマCVD法で成膜した後、有機バリア層14Dとしてアクリル樹脂層を形成し、その後、再び、SiN膜をプラズマCVD法で成膜した試料においても、アクリル樹脂層の上に欠陥の無い緻密なSiN膜が形成されていることをSEM観察で確認した。

[0098] 図6(a)に示した有機バリア層14は、後述するように、例えばアクリル樹脂から形成される。特に、室温（例えば $25^{\circ}\text{C}$ ）における粘度が、 $1\sim 100\text{mPa}\cdot\text{s}$ 程度のアクリルモノマー（アクリレート）を光硬化（例えば紫外線硬化）することによって形成されたものが好ましい。このように低粘度のアクリルモノマーは、クラック12DおよびパーティクルPのオーバーハング部分を容易に埋めることができる。また、アクリル樹脂は可視光の透過率が高く、トップエミッションタイプのOLED表示装置に好適に用いられる。アクリルモノマーには必要に応じて、光重合開始剤が混合され得る。光重合開始剤の種類によって感光波長を調節することができる。アクリ

ルモノマーに代えて、他の光硬化性樹脂を用いることもできる。光硬化性樹脂としては、反応性等の観点から紫外線硬化性樹脂が好ましい。照射する紫外線は、近紫外線（200 nm以上400 nm以下）の中でも特に波長315 nm以上400 nm以下のUV-A領域のものが好ましいが、300 nm以上315 nm未満の紫外線を用いてもよい。また、400 nm以上450 nm以下の青紫色から青色にかけての可視光線を照射することによって硬化する光硬化性樹脂を用いることもできる。

[0099] クラック12DcおよびパーティクルPのオーバーハング部分に充填された有機バリア層14Dcの表面は、パーティクルP上の第1無機バリア層12Daの表面と、OLED3の表面の平坦部上に形成された有機バリア層14Dとの表面を連続的に滑らかに連結する。したがって、パーティクルP上の第1無機バリア層12Dおよび有機バリア層14D上に形成される第2無機バリア層（SiN層）16Dに欠陥が形成されることなく、緻密な膜が形成される。

[0100] また、有機バリア層14Dの表面14Dsは、アッシング処理によって酸化されており、親水性を有しており、第2無機バリア層16Dとの密着性が高い。

[0101] 有機バリア層14Dは、アッシング処理を経て形成される。アッシング処理は面内でばらつくことがあるので、平坦部に形成された有機バリア層14Dの一部が完全に除去され、第1無機バリア層12Dの表面が露出される場合がある。

[0102] また、平坦部の全面に有機バリア層14Dを形成すると、平坦部の有機バリア層14Dが水分の侵入経路となって、OLED表示装置の耐湿信頼性を低下させることになる。これを防止するために、実施形態2によるOLED表示装置は、図6（b）に示すように、有機バリア層14Dの下地表面（例えば、OLED3の表面）は、アクティブ領域を実質的に包囲するバンク3DBを有し、バンク3DBは、幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパー角が90°未満である順テーパー側面部分TSFを露出された2つの

側面の少なくとも最下部に有する。順テーパー側面部分TSFの高さ（基板法線方向の長さ）は、有機材料の厚さ（有機バリア層14D厚さとほぼ等しい）よりも大きいことが好ましく、例えば、50nm以上、好ましくは100nm以上ある。

[0103] バンク3DB上に形成された第1無機バリア層12Dもバンク12DBを形成するので、バンク3DBの上には有機バリア層14Dの非中実部が形成され、中実部は存在しない。すなわち、バンク3DBの上では、第1無機バリア層12Dと第2無機バリア層16Dとが直接接触し、無機バリア層接合部を形成している。引出し配線（実施形態1の引出し配線30Aと同じ構造を有する）のバンク3DB上に位置する部分は、順テーパー側面部分TSFを有するように配置されており、バンク3DB上には、有機バリア層14Dの中実部は存在しない。したがって、実施形態2のOLED表示装置は、平坦部に有機バリア層14Dを有してはいるが、アクティブ領域は、無機バリア層接合部で完全に包囲されているので、高い耐湿信頼性を有する。

[0104] バンク3DBは、種々の方法で形成することができる。例えば、回路2を形成する工程で、OLED3で構成される各画素を規定するためのバンクを感光性樹脂（例えばポリイミドまたはアクリル樹脂）を用いて形成する際に、同時に、アクティブ領域R1を包囲するバンク3DBを形成すればよい。あるいは、ゲートメタル層および／またはソースメタル層をパターンニングして、ゲートバスラインおよび／またはソースバスラインを形成する際に、アクティブ領域を包囲するパターン（バンク3DB用のパターン）を併せて形成すればよい。このとき、バンクDB用のパターンを形成するために開口部を多階調マスクとすることによって、順テーパー側面部分を有するパターンを形成することができる。

[0105] 図9および図10を参照して、有機バリア層14Dおよび第2無機バリア層16Dの形成工程、特に、アッシング工程を説明する。図9に有機バリア層14Dの形成工程を示し、図10に第2無機バリア層16Dの形成工程を示す。

[0106] 図9(a)に模式的に示す様にOLED3の表面のパーティクルPを覆う第1無機バリア層12Dを形成した後、第1無機バリア層12D上に有機バリア層14Dを形成する。有機バリア層14Dは、例えば、蒸気または霧状のアクリルモノマーを、冷却された素子基板上で凝縮させ、その後、光（例えば紫外線）を照射することによって、アクリルモノマーを硬化させることによって得られる。低粘度のアクリルモノマーを用いることによって、第1無機バリア層12Dに形成されたクラック12Dc内にアクリルモノマーを充填させることができる。

[0107] なお、図9(a)では、パーティクルP上の第1無機バリア層12Da上に有機バリア層14Ddが形成されている例を示しているが、パーティクルPの大きさや形状、およびアクリルモノマーの種類に依存するが、アクリルモノマーがパーティクルP上の第1無機バリア層12Da上に堆積（または付着）しない、あるいは、極微量しか堆積（または付着）しないことがある。有機バリア層14Dは、例えば、後述する図20に示す成膜装置200を用いて形成され得る。初期の有機バリア層14Dの厚さは平坦部上で100nm以上500nm以下となるように調整される。形成された初期の有機バリア層14Dの表面14Ds aは滑らかに連続しており、疎水性を帯びている。なお、簡単のために、アッシング前の有機バリア層にも同じ参照符号を付す。

[0108] 次に、図9(b)に示すように、有機バリア層14Dをアッシングする。アッシングは、公知のプラズマアッシング装置、光励起アッシング装置、UVオゾンアッシング装置を用いて行い得る。例えば、 $N_2O$ 、 $O_2$ および $O_3$ の内の少なくとも1種のガスを用いたプラズマアッシング、または、これらにさらに紫外線照射とを組合せて行われ得る。第1無機バリア層12Dおよび第2無機バリア層16DとしてSiN膜をCVD法で成膜する場合、原料ガスとして、 $N_2O$ を用いるので、 $N_2O$ をアッシングに用いると装置を簡略化できるという利点を得られる。

[0109] アッシングを行うと、有機バリア層14Dの表面14Dsが酸化され、親

水性に改質される。また、表面 1 4 D s がほぼ一様に削られるとともに、極めて微細な凹凸が形成され、表面積が増大する。アッシングを行ったときの表面積増大効果は、無機材料である第 1 無機バリア層 1 2 D に対してよりも有機バリア層 1 4 D の表面に対しての方が大きい。したがって、有機バリア層 1 4 D の表面 1 4 D s が親水性に改質されることと、表面 1 4 D s の表面積が増大することから、第 2 無機バリア層 1 6 D との密着性が向上させられる。

[0110] さらに、アッシングを進めると、図 9 (c) に示す様に、島状の中実部で構成された有機バリア層 1 4 が形成される。

[0111] さらに、アッシングを進めると、図 4 (a) に示した有機バリア層 1 4 A の様に、第 1 無機バリア層 1 2 D のクラック 1 2 D c およびパーティクル P のオーバーハング部分の近傍にだけ有機バリア層 1 4 D c を残すことができる。このとき、有機バリア層 1 4 D c の表面は、パーティクル P 上の第 1 無機バリア層 1 2 D a の表面と、O L E D 3 の表面の平坦部の表面とを連続的に滑らかに連結する。

[0112] なお、第 1 無機バリア層 1 2 D と有機バリア層 1 4 D との密着性を改善するために、有機バリア層 1 4 D を形成する前に、第 1 無機バリア層 1 2 D の表面にアッシング処理を施しておいてもよい。

[0113] 次に、図 1 0 を参照して、有機バリア層 1 4 D 上に第 2 無機バリア層 1 6 D を形成した後の構造を説明する。

[0114] 図 1 0 (a) は、図 9 (a) に示した有機バリア層 1 4 D の表面 1 4 D s a をアッシングすることによって酸化し、親水性を有する表面 1 4 D s に改質した後に、第 2 無機バリア層 1 6 D を形成した構造を模試的に示している。ここでは、有機バリア層 1 4 D の表面 1 4 D s a をわずかにアッシングした場合を示しており、パーティクル P 上の第 1 無機バリア層 1 2 D a 上に形成された有機バリア層 1 4 D d も残存している例を示しているが、パーティクル P 上の第 1 無機バリア層 1 2 D a 上には有機バリア層 1 4 D が形成されない（または残存しない）こともある。

- [0115] 図10(a)に示す様に、有機バリア層14D上に形成された第2無機バリア層16Dには欠陥が無く、また、有機バリア層14Dとの密着性にも優れる。
- [0116] 図10(b)～(c)に示す様に、それぞれ図9(b)～(c)に示した有機バリア層14D上に第2無機バリア層16Dを形成すると、欠陥が無く、有機バリア層14Dとの密着性に優れた第2無機バリア層16Dが得られる。OLED3の平坦部上の有機バリア層14Dが完全に除去されても、有機バリア層14Dcの表面が、パーティクルP上の第1無機バリア層12Daの表面と、OLED3の表面の平坦部の表面とを連続的に滑らかに連結していれば、欠陥が無く、有機バリア層14Dとの密着性に優れた第2無機バリア層16Dが得られる。
- [0117] 有機バリア層14Dは、図10(b)に示す様に、パーティクルP上に形成された第1無機バリア層12Daの凸状部分を除いて全面に有機バリア層14Dが薄く残存するように、アッシングされてもよい。耐屈曲性の観点からは、平坦部上の有機バリア層14Dの厚さは10nm以上200nm未満であることが好ましい。ここで、光硬化性樹脂の液膜（または光硬化樹脂膜）の厚さは、平坦部における厚さをいう。液膜は平坦な（水平な）表面を形成するので、下地に凹部があると、その部分の液膜の厚さは大きくなる。また、液膜は、表面張力（毛細管現象を含む）によって曲面を形成するので、凸部の周辺の液膜の厚さが大きくなる。このような局所的に厚さが大きくなった部分は、500nmを超えてもよい。
- [0118] しかしながら、有機バリア層14D（中実部）が連続的に広い面積にわたって形成されていると、後述する第2のモードによる耐湿信頼性の低下を招く。図10(c)に示す様に、中実部は、無機バリア層接合部によって包囲されていることが好ましい。すなわち、有機バリア層14Dは、離散的に分布する島状中実部で構成されることが好ましい。また、島状中実部を包囲する無機バリア層接合部の幅は2mm以上であることが好ましい。
- [0119] 有機バリア層14Dをアッシングしすぎると図11に示す様に、OLED

3の平坦部上に形成された有機バリア層14Dが完全に除去されるだけでなく、パーティクルPによって形成されたクラック12Dcに充填された有機バリア層14Ddが小さくなり、第2無機バリア層16Dが形成される下地の表面を滑らかな連続的な形状にする作用を有しなくなる。その結果、図12に示す様に、第2無機バリア層16Dに欠陥16Dcが形成され、TFE構造のバリア特性を低下させることになる。たとえ欠陥16Dcが形成されなくとも、第2無機バリア層16Dの表面に鋭角な凹部16Ddが形成されると、その部分に応力が集中しやすく、外力によってクラックが発生しやすい。

[0120] また、例えば、パーティクルPとして凸レンズ状シリカ（直径4.6  $\mu\text{m}$ ）を用いた実験では、凸レンズ状シリカの端部において、有機バリア層がエッチングされ過ぎた結果、第2無機バリア層の膜厚が部分的に極端に薄くなることがあった。このような場合、たとえ第2無機バリア層に欠陥が生じなくとも、OLED表示装置の製造プロセスにおいて、または製造後に、TFE構造に外力が掛かった際に、第2無機バリア層にクラックが生じるおそれがある。

[0121] TFE構造10に外力が掛けられる場合として、次のような場合を挙げることができる。例えば、OLED表示装置のフレキシブルな基板1を支持基板であるガラス基板から剥離する際、TFE構造10を含むOLED表示装置には曲げ応力が作用する。また、曲面ディスプレイを製造する過程で、所定の曲面形状に沿ってOLED表示装置を曲げる際にも、TFE構造10に曲げ応力が作用する。もちろん、OLED表示装置の最終的な利用形態が、OLED表示装置のフレキシビリティを利用する形態（例えば折り畳む、曲げる、あるいは、丸める）のときは、ユーザーが使用している間に種々の応力がTFE構造10に掛かることになる。

[0122] 本発明の実施形態2によるOLED表示装置の製造方法は、第1無機バリア層12Dが形成されたOLED3をチャンバー内に用意する工程と、チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂（例えばアクリルモノマー）を供

給する工程と、第1無機バリア層12D上で光硬化性樹脂を凝縮させ、液膜を形成する工程と、光硬化性樹脂の液膜に光を照射することによって、光硬化樹脂層（硬化された樹脂層）を形成する工程と、光硬化樹脂層を部分的にアッシングすることによって、有機バリア層14Dを形成する工程とを包含する。光硬化性樹脂として紫外線硬化性樹脂が好適に用いられるが、光硬化性樹脂を硬化させることができる所定の波長の光を出射する光源を用いれば、可視光硬化性樹脂にも適用できる。実施形態2によるOLED表示装置の製造方法は、図20を参照して、後に詳しく説明する。

[0123] 本発明の実施形態1および2によると、アクティブ領域を包囲する無機バリア接合部を有する薄膜封止構造を備えるOLED表示装置を製造することができる。なお、実施形態2において、有機バリア層をどの程度残存させるかは、OLED表示装置の用途や要求性に応じて、適宜変更され得る。

[0124] [第2のモード]

次に、有機バリア層を介して、大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達する原因の2つのモードの内の第2のモードについて説明する。

[0125] まず、図13(a)および(b)を参照して、有機バリア層を介して、大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達する第2のモードを説明する。

[0126] 図13(a)は、従来のTFE構造40の模式的な断面図である。従来のバリア構造TFEは、第1無機バリア層42と、有機バリア層44と、第2無機バリア層46とを有している。有機バリア層44は、例えばインクジェット法などの印刷法で形成されており、素子基板上のアクティブ領域にのみ形成されている。したがって、上述の第1のモードによる耐湿信頼性の低下は無いと考えられる。

[0127] しかしながら、本発明者の検討によると、第2無機バリア層46を成膜する過程で、パーティクルP2が発生すると、耐湿信頼性が低下することがわかった。第1無機バリア層42または第2無機バリア層46を成膜する前から存在するパーティクルをP1で表し、第1無機バリア層42または第2無機バリア層46を成膜している間に発生するパーティクルをP2で表すこと

にする。

[0128] 第1無機バリア層42を成膜する前から存在していたパーティクルP1上に第1無機バリア層42を成膜すると、パーティクルP1の表面から成長する部分42aと、OLED3の平坦部分から成長する部分42bとが衝突し、クラック42cが形成される。同様に、第2無機バリア層46を成膜する過程でパーティクルP2が発生すると、第2無機バリア層46に欠陥（例えばクラック）46cが形成される。なお、パーティクルP2は、第2無機バリア層46の成膜中に発生するので、パーティクルP2上に形成される第2無機バリア層46の部分42aの厚さは、平坦部上に形成される部分42bの厚さよりも小さく図示している。

[0129] この欠陥46cから大気中の蒸気が有機バリア層44に侵入する。有機バリア層44は、第1無機バリア層42および第2無機バリア層46に比べて水蒸気バリア性が低いので、水分は矢印Wで示したように、有機バリア層44中を浸透し、第1無機バリア層42のクラック42cに到達する。有機バリア層44の存在によって、水分が欠陥46cからクラック42cに至る時間は長くはなるものの、十分な耐湿信頼性が得られない場合もあった。

[0130] これは上記の実施形態1および2で説明した、比較的薄い有機バリア層を有するTFE構造についても同様である。図13(b)に示す参考例のTFE構造10DXの模式的な断面図に示すように、有機バリア層14DXの中実部が第1無機バリア層12Dのクラック12Dcと、第2無機バリア層16Dの欠陥16Dcとの間に連続して存在していると、十分な耐湿信頼性が得られないことがある。

[0131] 以下に説明する本発明の実施形態によるOLEDは、比較的薄い有機バリア層を有するTFE構造における上記の問題を解決することができる。

[0132] 図14に、本発明の実施形態3によるOLED表示装置におけるTFE構造10Eの模式的な部分断面図を示す。

[0133] TFE構造10Eが有する有機バリア層14Eの中実部は、図4(b)を参照して説明したのと同様に、パーティクルP1の周りにリング状（ドーナ

ツ状)に形成されている。直径(面積円相当径)が $1\mu\text{m}$ 程度のパーティクルP1に対して、例えば、リング状の中実部の直径(面積円相当径) $D_0$ は $2\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

[0134] 有機バリア層14Eは、第1無機バリア層12EのパーティクルP1の表面から成長した部分12Eaと、平坦部分から成長した部分12Ebとの間に形成されたクラック12EcおよびパーティクルP1のオーバーハング部分を充填するように形成されており、凹状の表面を有している。有機バリア層14Eの凹状の表面は、パーティクルP1上の第1無機バリア層12Eaの表面と、OLED3の平坦部上の第1無機バリア層12Ebとの表面を連続的に滑らかに連結しているので、パーティクルP1を覆う第2無機バリア層16Eに欠陥が形成されることがない。また、有機バリア層14Eの中実部は、第1無機バリア層12Eと第2無機バリア層16Eとが直接接触した無機バリア層接合部によって包囲されているので、第2無機バリア層16EのパーティクルP2の表面から成長した部分16Eaと、平坦部分から成長した部分16Ebとの間に形成された欠陥16Ecから侵入しようとする水分は、有機バリア層14Eに到達することが抑制・防止される。

[0135] このとき、図15に示す様に、離散的に分布する複数の島状中実部14Eの隣接する2つの島状中実部の距離 $d_0$ は $2\text{mm}$ 以上であることが好ましい。すなわち、島状中実部14Eは、幅 $2\text{mm}$ 以上の無機バリア層接合部によって包囲されていることが好ましい。このような構成を有すると、有機バリア層14Eを介して大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達することによる耐湿信頼性の低下を抑制することができる。

[0136] 発明者が検討している量産用のプラズマCVD装置において、 $1\mu\text{m}$ 以下のパーティクルP2が発生する頻度は、概ね $8\text{mm}\times 8\text{mm}$ の領域に1つ以下である。一方、OLED3を製造する過程、すなわち、TFE構造10の形成工程までに発生する $1\mu\text{m}$ を超える種々のパーティクルP1の発生頻度は概ね $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ の領域に1つ以下である。したがって、有機バリア層14Eの島状中実部を幅 $2\text{mm}$ 以上の無機バリア層接合部で包囲すれ

ば、すなわち、互いに隣接する2つの島状中実部の距離 $d_0$ が2 mm以上であれば、互いに隣接する2つのパーティクルP 1、P 2の間に有機バリア層1 4 Eの中実部が連続して存在する確率を実用上十分なレベルまで低減させることができると考えられる。

[0137] 以下では、第1無機バリア層と、第1無機バリア層の上面に接する有機バリア層と、有機バリア層の上面に接する第2無機バリア層とを有する積層構造を複合積層体(10S)と呼ぶことにする。すなわち、上述のTFE構造10A~10Eは、1つの複合積層体10Sを有している。

[0138] 第2のモードによる耐湿信頼性の低下を抑制するためには、図14のTFE構造10Eと同様の構造を有する、少なくとも1つの複合積層体10Sを有すればよい。図16および図17を参照して、そのような薄膜封止構造の他の例を説明する。

[0139] 図16に、本発明の実施形態4によるOLED表示装置におけるTFE構造10Fの模式的な部分断面図を示す。

[0140] TFE構造10Fは、無機下地層17Fと、無機下地層17Fの上に形成された有機平坦化層19Fと、有機平坦化層19Fの上面に接するように形成された複合積層体10S1を有している。複合積層体10S1は、第1無機バリア層12F、有機バリア層14Fおよび第2無機バリア層16Fを有し、図14に示した複合積層体10S(TFE構造10E)と同様の構造を有している。したがって、第2無機バリア層16Fの欠陥16Fcから侵入しようとする水分は、第1無機バリア層12Fと第2無機バリア層16Fとが直接接触した無機バリア層接合部によってブロックされ、有機バリア層14Fに到達することが抑制・防止される。

[0141] 有機平坦化層19Fは、無機下地層17Fおよび複合積層体10S1よりも内側にだけ形成されており、有機平坦化層19Fの外周では、無機下地層17Fと、複合積層体10S1の第1無機バリア層12Fとが直接接合している。したがって、有機平坦化層19Fを介して、大気中の水分がアクティブ領域に到達することが抑制・防止されている。

[0142] 有機平坦化層 19F は、OLED3 を形成する過程でまれに発生する  $3\mu\text{m}$  以上のパーティクル（不図示）が存在しても、その上面を平坦にできる。したがって、有機平坦化層 19F に、欠陥のない複合積層体 10S1 を形成することができる。

[0143] マスク CVD 法による無機層（第 1 無機バリア層および第 2 無機バリア層）を形成する過程で発生するパーティクル P1 および／または P2 は、 $3\mu\text{m}$  未満のものがほとんどであり、かつ、直径が  $1\mu\text{m}$  超のものは  $1\mu\text{m}$  以下のものよりも概ね 1 桁少ない。また、マスクの管理等によって、特に直径が  $1\mu\text{m}$  を超えるパーティクルの発生を低減することができる。一方、直径が  $1\mu\text{m}$  以下のパーティクル P1 または P2 を実質的に無くすことは難しく、直径が  $1\mu\text{m}$  以下のパーティクル P1 または P2 が存在しても耐湿信頼性を維持できる薄膜封止構造が望まれる。上述した TFE 構造 10A～10E は、この条件を満足している。

[0144] しかしながら、まれではあるが、OLED3 を製造する過程で、直径が  $3\mu\text{m}$  以上のパーティクルが発生することがある。このような場合に、有機平坦化層 19F を設けておけば、欠陥の無い複合積層体 10S1 を形成することができる。有機平坦化層 19F の厚さは  $3\mu\text{m}$  以上であることが好ましい。製造プロセスにもよるが、厚さが  $5\mu\text{m}$  以上  $20\mu\text{m}$  以下の有機平坦化層 19F を設けてもよい。

[0145] 有機平坦化層 19F は、例えば、インクジェット法、スクリーン印刷法、スロットコート法などの公知の印刷方法または成膜方法を用いて形成される。ここで、有機平坦化層 19F を形成する材料は、従来のインクジェット法に用いられていた高価な材料を用いる必要がない。有機平坦化層 19F 上に複合積層体 10S1 が形成されているからである。有機平坦化層 19F は、例えば、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂で形成され、量産性の観点から光硬化性樹脂、特に紫外線硬化性樹脂が好ましい。

[0146] 紫外線硬化性樹脂としては、例えばアクリル樹脂またはエポキシ樹脂が用いられる。厚さが数  $\mu\text{m}$  以上、典型的には  $10\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$  の有機平坦化

層 19F を形成するためには  $10\text{ mPa} \cdot \text{s}$  程度の樹脂を用いることが好ましく、良好な平坦性を得るためには  $20\text{ mN/m} \sim 40\text{ mN/m}$  程度の表面張力を有することが好ましい。このような紫外線硬化性樹脂は、インクジェット法で付与することができる。ノズルから吐出させた後、レベリングのために数十秒から数分程度の時間をおいて、紫外線を照射し、硬化させることによって、所望の領域に有機平坦化層 19F を形成することができる。有機平坦化層 19F は可視光の透過率が高いことが好ましく、例えば、厚さが  $1\text{ }\mu\text{m}$  で、波長  $400\text{ nm}$  の光に対する透過率が 98% 以上となる樹脂を用いることが好ましい。

[0147] 次に、図 17 に、本発明の実施形態 5 による OLED 表示装置における TFE 構造 10G の模式的な部分断面図を示す。

[0148] TFE 構造 10G は、有機平坦化層 19G と、2 つの複合積層体 10S1、10S2 とを有しており、有機平坦化層 19G は、2 つの複合積層体 10S1、10S2 の間に設けられている。複合積層体 10S1 は、第 1 無機バリア層 12G1、有機バリア層 14G1 および第 2 無機バリア層 16G1 を有し、複合積層体 10S2 は、第 1 無機バリア層 12G2、有機バリア層 14G2 および第 2 無機バリア層 16G2 を有しており、複合積層体 10S1 および 10S2 はいずれも、図 14 に示した複合積層体 10S (TFE 構造 10E) と同様の構造を有している。

[0149] したがって、第 2 無機バリア層 16G1 の欠陥 16G1c から侵入しようとする水分は、第 1 無機バリア層 12G1 と第 2 無機バリア層 16G1 とが直接接触した無機バリア層接合部によってブロックされ、有機バリア層 14G1 に到達することが抑制・防止される。また、TFE 構造 10G は、TFE 構造 10F の無機下地層 17F の代わりに、複合積層体 10S2 を有するので、TFE 構造 10F よりも一層高い耐湿信頼性を有し得る。

[0150] 次に、図 18 および図 19 を参照して、OLED 表示装置 100A に用いられる TFT の例と、TFT を作製する際のゲートメタル層およびソースメタル層を用いて形成した引出し配線および端子の例を説明する。以下で説明

する、TFT、引出し配線および端子の構造は、上述した実施形態1～5のOLED表示装置のいずれにも用いることができる。

[0151] 高精細の中小型用OLED表示装置には、移動度が高い、低温ポリシリコン（「LTPS」と略称する。）TFTまたは酸化物TFT（例えば、In（インジウム）、Ga（ガリウム）、Zn（亜鉛）、O（酸素）を含む4元素（In-Ga-Zn-O系）酸化物TFT）が好適に用いられる。LTPS-TFTおよびIn-Ga-Zn-O系TFTの構造および製造方法はよく知られているので、以下では簡単な説明に留める。

[0152] 図18（a）は、LTPS-TFT<sub>2p</sub>Tの模式的な断面図であり、TFT<sub>2p</sub>TはOLED表示装置100Aの回路2に含まれ得る。LTPS-TFT<sub>2p</sub>Tは、トップゲート型のTFTである。

[0153] TFT<sub>2p</sub>Tは、基板（例えばポリイミドフィルム）1上のベースコート<sub>2p</sub>p上に形成されている。上記の説明では省略したが、基板1上には無機絶縁体で形成されたベースコートを形成することが好ましい。

[0154] TFT<sub>2p</sub>Tは、ベースコート<sub>2p</sub>p上に形成されたポリシリコン層<sub>2p</sub>seと、ポリシリコン層<sub>2p</sub>se上に形成されたゲート絶縁層<sub>2p</sub>giと、ゲート絶縁層<sub>2p</sub>gi上に形成されたゲート電極<sub>2p</sub>gと、ゲート電極<sub>2p</sub>g上に形成された層間絶縁層<sub>2p</sub>iと、層間絶縁層<sub>2p</sub>i上に形成されたソース電極<sub>2p</sub>ssおよびドレイン電極<sub>2p</sub>sdとを有している。ソース電極<sub>2p</sub>ssおよびドレイン電極<sub>2p</sub>sdは、層間絶縁層<sub>2p</sub>iおよびゲート絶縁層<sub>2p</sub>giに形成されたコンタクトホール内で、ポリシリコン層<sub>2p</sub>seのソース領域およびドレイン領域にそれぞれ接続されている。

[0155] ゲート電極<sub>2p</sub>gはゲートバスラインと同じゲートメタル層に含まれ、ソース電極<sub>2p</sub>ssおよびドレイン電極<sub>2p</sub>sdはソースバスラインと同じソースメタル層に含まれる。ゲートメタル層およびソースメタル層を用いて、引出し配線および端子が形成される（図19を参照して後述する）。

[0156] TFT<sub>2p</sub>Tは、例えば、以下の様にして作製される。

[0157] 基板1として、例えば、厚さが15μmのポリイミドフィルムを用意する

- 。
- [0158] ベースコート $2_{pp}$  ( $\text{SiO}_2$ 膜: 250 nm /  $\text{SiN}_x$ 膜: 50 nm /  $\text{SiO}_2$ 膜: 500 nm (上層 / 中間層 / 下層)) および a-Si 膜 (40 nm) をプラズマ CVD 法で成膜する。
- [0159] a-Si 膜の脱水素処理 (例えば 450°C、180 分間アニール) を行う。
- 。
- [0160] a-Si 膜をエキシマレーザーアニール (ELA) 法でポリシリコン化する。
- [0161] フォトリソグラフィ工程で a-Si 膜をパターニングすることによって活性層 (半導体島) を形成する。
- [0162] ゲート絶縁膜 ( $\text{SiO}_2$ 膜: 50 nm) をプラズマ CVD 法で成膜する。
- [0163] 活性層のチャネル領域にドーピング ( $\text{B}^+$ ) を行う。
- [0164] ゲートメタル ( $\text{Mo}$ : 250 nm) をスパッタ法で成膜し、フォトリソグラフィ工程 (ドライエッチング工程を含む) でパターニングする (ゲート電極 $2_{pg}$  およびゲートバスライン等を形成する)。
- [0165] 活性層のソース領域およびドレイン領域にドーピング ( $\text{P}^+$ ) を行う。
- [0166] 活性化アニール (例えば、450°C、45 分間アニール) を行う。このようにしてポリシリコン層 $2_{pse}$ が得られる。
- [0167] 層間絶縁膜 (例えば、 $\text{SiO}_2$ 膜: 300 nm /  $\text{SiN}_x$ 膜: 300 nm (上層 / 下層)) をプラズマ CVD 法で成膜する。
- [0168] ゲート絶縁膜および層間絶縁膜にコンタクトホールをドライエッチングで形成する。このように、層間絶縁層 $2_{pi}$  およびゲート絶縁層 $2_{pgi}$ が得られる。
- [0169] ソースメタル ( $\text{Ti}$ 膜: 100 nm /  $\text{Al}$ 膜: 300 nm /  $\text{Ti}$ 膜: 30 nm) をスパッタ法で成膜し、フォトリソグラフィ工程 (ドライエッチング工程を含む) でパターニングする (ソース電極 $2_{ps}$ 、ドレイン電極 $2_{pd}$  およびソースバスライン等を形成する)。
- [0170] 図 18 (b) は、 $\text{In-Ga-Zn-O}$ 系 TFT $2_0T$ の模式的な断面図で

あり、 $\text{TFT}_{20}\text{T}$ はOLED表示装置100Aの回路2に含まれ得る。 $\text{TFT}_{20}\text{T}$ は、ボトムゲート型のTFTである。

[0171]  $\text{TFT}_{20}\text{T}$ は、基板（例えばポリイミドフィルム）1上のベースコート $2_0\text{p}$ 上に形成されている。 $\text{TFT}_{20}\text{T}$ は、ベースコート $2_0\text{p}$ 上に形成されたゲート電極 $2_0\text{g}$ と、ゲート電極 $2_0\text{g}$ 上に形成されたゲート絶縁層 $2_0\text{gi}$ と、ゲート絶縁層 $2_0\text{gi}$ 上に形成された酸化物半導体層 $2_0\text{se}$ と、酸化物半導体層 $2_0\text{se}$ のソース領域上およびドレイン領域上にそれぞれ接続されたソース電極 $2_0\text{ss}$ およびドレイン電極 $2_0\text{sd}$ とを有している。ソース電極 $2_0\text{ss}$ およびドレイン電極 $2_0\text{sd}$ は、層間絶縁層 $2_0\text{i}$ に覆われている。

[0172] ゲート電極 $2_0\text{g}$ はゲートバスラインと同じゲートメタル層に含まれ、ソース電極 $2_0\text{ss}$ およびドレイン電極 $2_0\text{sd}$ はソースバスラインと同じソースメタル層に含まれる。ゲートメタル層およびソースメタル層を用いて、引出し配線および端子が形成され、図19を参照して後述する構造を有し得る。

[0173]  $\text{TFT}_{20}\text{T}$ は、例えば、以下の様にして作製される。

[0174] 基板1として、例えば、厚さが $15\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムを用意する。

[0175] ベースコート $2_0\text{p}$ （ $\text{SiO}_2$ 膜： $250\text{nm}$ ／ $\text{SiN}_x$ 膜： $50\text{nm}$ ／ $\text{SiO}_2$ 膜： $500\text{nm}$ （上層／中間層／下層））をプラズマCVD法で成膜する。

[0176] ゲートメタル（ $\text{Cu}$ 膜： $300\text{nm}$ ／ $\text{Ti}$ 膜： $30\text{nm}$ （上層／下層））をスパッタ法で成膜し、フォトリソグラフィ工程（ドライエッチング工程を含む）でパターニングする（ゲート電極 $2_0\text{g}$ およびゲートバスライン等を形成する）。

[0177] ゲート絶縁膜（ $\text{SiO}_2$ 膜： $30\text{nm}$ ／ $\text{SiN}_x$ 膜： $350\text{nm}$ （上層／下層））をプラズマCVD法で成膜する。

[0178] 酸化物半導体膜（ $\text{In-Ga-Zn-O}$ 系半導体膜： $100\text{nm}$ ）をスパッタ法で成膜し、フォトリソグラフィ工程（ウェットエッチング工程を含む）でパターニングすることによって、活性層（半導体島）を形成する。

[0179] ソースメタル（ $\text{Ti}$ 膜： $100\text{nm}$ ／ $\text{Al}$ 膜： $300\text{nm}$ ／ $\text{Ti}$ 膜： $30$

n m（上層／中間層／下層））をスパッタ法で成膜し、フォトリソグラフィ工程（ドライエッチング工程を含む）でパターニングする（ソース電極 $2_0s$ 、ドレイン電極 $2_0sd$ およびソースバスライン等を形成する）。

[0180] 活性化アニール（例えば、 $300^{\circ}\text{C}$ 、 $120$ 分間アニール）を行う。このようにして酸化物半導体層 $2_0se$ が得られる。

[0181] この後、保護膜として、層間絶縁層 $2_0i$ （例えば、 $\text{SiN}_x$ 膜： $300\text{nm}$ ／ $\text{SiO}_2$ 膜： $300\text{nm}$ ／（上層／下層））をプラズマCVD法で成膜する。

[0182] 次に、図19（a）～（d）を参照して、実施形態1による他のOLED表示装置の構造を説明する。このOLED表示装置の回路（バックプレーン）は、図18（a）に示したTFT $2_pT$ または図18（b）に示したTFT $2_0T$ を有し、TFT $2_pT$ またはTFT $2_0T$ を作製する際のゲート金属層およびソース金属層を用いて引出し配線 $3_0A'$ および端子 $3_8A'$ が形成されている。図19（a）～（d）はそれぞれ図3（b）～（e）に対応し、対応する構成要素の参照符号に「 $'$ 」を付すことにする。また、図19中のベースコート $2_p$ は、図18（a）中のベースコート $2_pp$ および図18（b）中のベースコート $2_0p$ に対応し、図19中のゲート絶縁層 $2_gi$ は、図18（a）中のゲート絶縁層 $2_pg_i$ および図18（b）中のゲート絶縁層 $2_0gi$ に対応し、図19中の層間絶縁層 $2_i$ は、図18（a）中の層間絶縁層 $2_pi$ および図18（b）中の層間絶縁層 $2_0i$ にそれぞれ対応する。

[0183] 図19（a）～（d）に示す様に、ゲート金属層 $2_g$ およびソース金属層 $2_s$ は、基板1上に形成されたベースコート $2_p$ 上に形成されている。図3では省略したが、基板1上には無機絶縁体で形成されたベースコート $2_p$ を形成することが好ましい。

[0184] 図19（a）および（b）を参照して、TFE構造 $1_0A'$ の構造を説明する。図19（a）は、図2中の $3B-3B'$ 線に沿った断面図に対応し、引出し配線 $3_0A'$ のアクティブ領域側の部分 $3_2A'$ の断面図であり、図19（b）は図2中の $3C-3C'$ 線に沿った断面図に対応し、側面のテ-

パー角が $90^\circ$ 未満である順テーパ側面部分（傾斜側面部分）TSFを有する部分34A'の断面図である。

[0185] 図19(a)～(c)に示すように、引出し配線30A'は、ゲート金属層2gとソース金属層2sとの積層体として形成されている。引出し配線30A'のゲート金属層2gで形成された部分は、例えばゲートバスラインと同じ断面形状を有し、引出し配線30A'のソース金属層2sで形成された部分は、例えばソースバスラインと同じ断面形状を有している。例えば、500ppiの5.7型の表示装置の場合、ゲート金属層2gで形成された部分の線幅は例えば $10\mu\text{m}$ であり、隣接間距離は $16\mu\text{m}$  ( $L/S = 10/16$ )あり、ソース金属層2sで形成された部分の線幅は例えば $16\mu\text{m}$ であり、隣接間距離は $10\mu\text{m}$  ( $L/S = 16/10$ )である。

[0186] 図19(a)に示す引出し配線30A'のアクティブ領域側の部分32A'の線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパ角は、ゲートバスラインまたはソースバスラインと同様に、約 $90^\circ$ である。引出し配線30A'の部分32A'を覆う第1無機バリア層12A'の最下部（引出し配線30A'の側面を覆う部分と、基板1の平坦部上に形成された部分との境界部）に、有機バリア層（中実部）14A'が形成されている。

[0187] これに対して、図19(b)に示す、引出し配線30A'の部分34A'は、側面のテーパ角が $90^\circ$ 未満である順テーパ側面部分（傾斜側面部分）TSFを有している。順テーパ側面部分TSFを有する引出し配線30A'の部分34A'の上には、有機バリア層（中実部）14が存在せず、第1無機バリア層12A'と第2無機バリア層16A'とが直接接触している（すなわち、無機バリア層接合部が形成されている。）。また、平坦部には、有機バリア層14（中実部）A'が形成されていないので、引出し配線30A'は、図2中の3C-3C'線に沿った断面において、第1無機バリア層12A'と第2無機バリア層16A'とが直接接触している無機バリア層接合部で覆われている。

- [0188] 図19(c)および(d)を参照する。図19(c)および(d)は、TFE構造10A'が形成されていない領域の断面図である。図19(c)に示す引出し配線30A'の部分36A'は、図19(a)に示した引出し配線30A'の部分32A'と同様の断面形状を有しており、その側面の最下部に有機バリア層14A'が形成されている。一方、図19(d)に示す端子38A'は、図19(b)に示した引出し配線30A'の部分34A'と同様の断面形状を有しており、側面のテーパ角が90°未満である順テーパ側面部分TSFを有している。したがって、端子38A'の側面には有機バリア層(中実部)14A'が存在しない。また、平坦部上にも有機バリア層(中実部)14A'が存在しない。
- [0189] 図19(b)では、引出し配線30A'の第1無機バリア層12A'に接する2つの側面の全体が順テーパ側面部分TSFの例を示したが、図5(b)を参照して説明した様に、第1無機バリア層12A'に接する2つの側面の少なくとも最下部に順テーパ側面部分TSFを有すれば、光硬化性樹脂が偏在することを防止し、非中実部を形成することができる。同様に、図19(d)では、端子38A'露出された全ての側面の全体が順テーパ側面部分TSFの例を示したが、露出された全ての側面の少なくとも最下部に順テーパ側面部分を有すれば、上述の効果を得ることができる。
- [0190] 次に、図20(a)および(b)を参照して、有機バリア層の形成に用いられる成膜装置200およびそれを用いた成膜方法を説明する。図20(a)および(b)は、成膜装置200の構成を模式的に示す図であり、図20(a)は、蒸気または霧状の光硬化性樹脂を含むチャンバー内において、第1無機バリア層上で光硬化性樹脂を凝縮させる工程における成膜装置200の状態を示しており、図20(b)は、光硬化性樹脂が感光性をする光を照射し、光硬化性樹脂を硬化させる工程における成膜装置200の状態を示している。
- [0191] 成膜装置200は、チャンバー210と、チャンバー210の内部を2個の空間に分割する隔壁234とを有している。チャンバー210の内部のう

ち隔壁 234 で仕切られた一方の空間には、ステージ 212 と、シャワープレート 220 とが配置されている。隔壁 234 で仕切られた他方の空間には、紫外線照射装置 230 が配置されている。チャンバー 210 は、その内部の空間を所定の圧力（真空度）および温度に制御される。ステージ 212 は、第 1 無機バリア層が形成された OLED 3 を複数有する素子基板 20 を受容する上面を有し、上面を例えば  $-20^{\circ}\text{C}$  まで冷却することができる。

[0192] シャワープレート 220 は、隔壁 234 との間に、間隙部 224 を形成するように配置されており、複数の貫通孔 222 を有している。間隙部 224 の鉛直方向サイズは、例えば 100 mm 以上 1000 mm 以下であり得る。間隙部 224 に供給されたアクリルモノマー（蒸気または霧状）は、シャワープレート 220 の複数の貫通孔 222 から、チャンバー 210 内のステージ 212 側の空間に供給される。必要に応じてアクリルモノマーは加熱される。蒸気または霧状のアクリルモノマー 26 p は、素子基板 20 の第 1 無機バリア層に付着または接触する。アクリルモノマー 26 は、容器 202 からチャンバー 210 内に所定の流量で供給される。容器 202 には、配管 206 を介してアクリルモノマー 26 が供給されるとともに、配管 204 から窒素ガスが供給される。容器 202 へのアクリルモノマーの流量は、マスフローコントローラ 208 によって制御される。シャワープレート 220、容器 202、配管 204、206 およびマスフローコントローラ 208 などによって原料供給装置が構成されている。

[0193] 紫外線照射装置 230 は、紫外線光源とオプションな光学素子とを有している。紫外線光源は、例えば、紫外線ランプ（例えば、水銀ランプ（高圧、超高圧を含む）、水銀キセノンランプまたはメタルハライドランプ）であってもよいし、紫外線 LED や紫外線半導体レーザなどの紫外線発光半導体素子であってもよい。光学素子は、例えば、反射鏡、プリズム、レンズ、光ファイバー、回折素子、空間光変調素子、およびホログラム素子である。例えば、紫外線レーザから出射されたビームは、公知の種々の光学素子を用いて成形される。例えば、ライン状の断面形状を有するビームを形成すること

ができる。紫外線光源の種類や大きさに応じて、複数の紫外線光源を用いてもよい。例えば、複数の半導体レーザ素子を一行に配列してもよいし、２次元アレイ状に配列してもよい。また、１本または２本以上のレーザビームをスキャンしてもよい。

[0194] 紫外線照射装置 230 は所定の位置に配置されたときに、所定の波長および強度を有する光をステージ 212 の上面に向けて出射する。隔壁 234 およびシャワープレート 220 は、紫外線の透過率が高い材料、例えば、石英で形成されていることが好ましい。

[0195] 成膜装置 200 を用いて、図 4 に示した有機バリア層 14A または図 6 に示した有機バリア層 14D を、例えば以下の様にして形成することができる。ここでは、光硬化性樹脂としてアクリルモノマーを用いる例を説明する。

[0196] チャンバー 210 内に、アクリルモノマー 26p を供給する。素子基板 20 は、ステージ 212 上で、例えば  $-15^{\circ}\text{C}$  に冷却されている。アクリルモノマー 26p は素子基板 20 の第 1 無機バリア層 12A または 12D 上で凝縮される。このときの条件を制御することによって、第 1 無機バリア層 12A が有する凸部の周囲にだけ液状のアクリルモノマーを偏在させることができる。一方、図 6 に示した有機バリア層 14D を形成する場合には、第 1 無機バリア層 12D 上で凝縮されたアクリモノマーが液膜を形成するように、条件を制御する。

[0197] 液状の光硬化性樹脂の粘度および／または表面張力を調整することによって、液膜の厚さや第 1 無機バリア層 12A、12D の凸部に接する部分の形状（凹形状）を制御することができる。例えば、粘度および表面張力は、温度に依存するので、素子基板の温度を調節することによって制御することができる。図 6 に示した有機バリア層 14D を形成する際に、平坦部上に存在する中実部の大きさは、液膜の第 1 無機バリア層 12D の凸部に接する部分の形状（凹形状）および後で行うアッシング処理の条件によって制御され得る。

[0198] 続いて、紫外線照射装置 230U を用いて、典型的には、素子基板 20 の

上面の全体に紫外線 232 を照射することによって、第 1 無機バリア層 12 A、12 D 上のアクリルモノマーを硬化させる。紫外線光源としては、例えば、365 nm にメインピークを持つ高圧水銀ランプを用い、紫外線強度として例えば、12 mW/cm<sup>2</sup>で、約 10 秒照射する。

[0199] アクリル樹脂からなる有機バリア層 14 A はこのようにして形成される。この有機バリア層 14 A の形成工程のタクトタイムは例えば、約 30 秒未満であり、非常に量産性が高い。

[0200] 一方、有機バリア層 14 D は、この後、図 9 を参照して説明したように、アッシング処理を経て、形成される。なお、有機バリア層 14 A の形成においても、アッシング処理を施してもよい。アッシング処理によって、有機バリア層 14 A と第 2 無機バリア層 16 A との接着性を向上させることができる。

[0201] この後、第 2 無機バリア層 16 A、16 D を形成するための CVD チャンバーに搬送し、例えば、第 1 無機バリア層 12 A、12 D と同じ条件で、第 2 無機バリア層 16 A、16 D を形成する。第 2 無機バリア層 16 A、16 D は、第 1 無機バリア層 12 A、12 D が形成された領域に形成されるので、有機バリア層 14 A、14 D の非中実部には、第 1 無機バリア層 12 A、12 D と第 2 無機バリア層 16 A、16 D とが直接接触する無機バリア層接合部が形成される。したがって、上述したように、有機バリア層を介して大気中の水蒸気がアクティブ領域内に到達することが抑制・防止される。

[0202] なお、第 1 無機バリア層 12 D および第 2 無機バリア層 16 D は、例えば、以下の様にして形成される。SiH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>O ガスを用いたプラズマ CVD 法で、例えば、成膜対象の基板 (OLED 3) の温度を 80℃以下に制御した状態で、400 nm/min の成膜速度で、厚さ 400 nm の無機バリア層を形成することができる。この様にして得られる無機バリア層の屈折率は 1.84 で、400 nm の可視光の透過率は 90% (厚さ 400 nm) である。また、膜応力の絶対値は 50 MPa である。

[0203] なお、無機バリア層として、SiN 層の他、SiO 層、SiON 層、Si

NO層、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層などを用いることもできる。光硬化性樹脂は、例えば、ビニル基含有モノマーを含む。その中でも、アクリルモノマーが好適に用いられる。アクリルモノマーには必要に応じて、光重合開始剤が混合され得る。公知の種々のアクリモノマーを用いることができる。複数のアクリルモノマーを混合してもよい。例えば、2官能モノマーと3官能以上の多官能モノマーを混合してもよい。また、オリゴマーを混合してもよい。光硬化性樹脂として、紫外線硬化型のシリコーン樹脂を用いることもできる。シリコーン樹脂（シリコーンゴムを含む）は可視光透過性および耐候性に優れ、長期間の使用でも黄変しにくいという特徴がある。可視光の照射で硬化する光硬化性樹脂を用いることもできる。光硬化性樹脂の硬化前の室温（例えば25℃）の粘度は、10Pa・sを超えないことが好ましく、1～100mPa・sであることが特に好ましい。粘度が高いと、厚さが500nm以下の薄い液膜を形成することが難しいことがある。

[0204] 上記では、フレキシブル基板を有するOLED表示装置およびその製造方法の実施形態を説明したが、本発明の実施形態は例示したものに限られず、柔軟性を有しない基板（例えばガラス基板）に形成された有機EL素子と、有機EL素子上に形成された薄膜封止構造とを有する有機ELデバイス（例えば、有機EL照明装置）に広く適用できる。

### 産業上の利用可能性

[0205] 本発明の実施形態は、有機ELデバイスおよびその製造方法に用いられる。本発明の実施形態は、特に、フレキシブルな有機EL表示装置およびその製造方法に好適に用いられる。

### 符号の説明

[0206]     1           : 基板（フレキシブル基板）  
          2           : 回路（駆動回路またはバックプレーン回路）  
          3           : 有機EL素子  
          4           : 偏光板  
          10、10A、10B、10C、10D       : 薄膜封止構造（TFE

構造)

1 2、1 2 A、1 2 B、1 2 C、1 2 D : 第1無機バリア層 (S  
i N層)

1 4、1 4 A、1 4 B、1 4 D : 有機バリア層 (アクリル樹脂層  
)

1 4 D s : 有機バリア層の表面 (アッシング後)

1 4 D s a : 有機バリア層の表面 (アッシング前)

1 6 A、1 6 B、1 6 C、1 6 D : 第2無機バリア層 (S i N層  
)

1 6 D c : 欠陥

1 6 D d : 凹部

2 0 : 素子基板

2 6 : アクリルモノマー

2 6 p : アクリルモノマーの蒸気または霧状のアクリルモノマー

1 0 0、1 0 0 A : 有機EL表示装置

## 請求の範囲

- [請求項1]           基板と前記基板に支持された複数の有機EL素子とを有する素子基板と、
- 前記複数の有機EL素子上に形成された薄膜封止構造とを有し、
- 前記薄膜封止構造は、第1無機バリア層と、前記第1無機バリア層の上面に接しかつ離散的に分布する複数の中実部を有する有機バリア層と、前記第1無機バリア層の前記上面および前記有機バリア層の前記複数の中実部の上面に接する第2無機バリア層とで構成された、少なくとも1つの複合積層体を有し、
- 前記複数の中実部は、離散的に設けられた、凹状の表面を有する複数の中実部を含む、有機ELデバイス。
- [請求項2]           前記複数の中実部は、前記基板法線方向から見たときの面積円相当径が $2\mu\text{m}$ 以上のリング状の複数の島状中実部を含み、かつ、互いに隣接する2つの島状中実部の距離は $2\text{mm}$ 以上である、請求項1に記載の有機ELデバイス。
- [請求項3]           前記基板に支持された駆動回路と、周辺領域に配置された複数の端子と、前記駆動回路と前記複数の端子とを接続する複数の引出し配線をさらに有し、
- 前記薄膜封止構造は、前記複数の引出し配線の前記駆動回路側の部分の上に設けられており、前記複数の引出し配線のそれぞれの部分の上には、前記有機バリア層が存在せず、前記第1無機バリア層と前記第2無機バリア層とが直接接触している無機バリア層接合部を有する、請求項1または2に記載の有機ELデバイス。
- [請求項4]           前記複数の引出し配線のそれぞれは、少なくとも一部に、線幅方向に平行な断面の形状における側面のテーパ角が $90^\circ$ 未満である順テーパ側面部分を前記第1無機バリア層に接する2つの側面の少なくとも最下部に有し、前記順テーパ側面部分を有する、前記複数の引出し配線のそれぞれの部分の上に前記無機バリア層接合部を有する

、請求項3に記載の有機ELデバイス。

[請求項5] 前記無機バリア層接合部の長さは少なくとも0.01mmである、請求項3または4に記載の有機ELデバイス。

[請求項6] 前記有機バリア層の表面は酸化されている、請求項1から5のいずれかに記載の有機ELデバイス。

[請求項7] 前記有機バリア層は光硬化樹脂で形成されている、請求項1から6のいずれかに記載の有機ELデバイス。

[請求項8] 前記有機バリア層の厚さは500nm未満である、請求項1から7のいずれかに記載の有機ELデバイス。

[請求項9] 前記第1および第2無機バリア層は、それぞれ独立に、厚さが200nm以上1000nm以下のSiN層である、請求項1から8のいずれかに記載の有機ELデバイス。

[請求項10] 前記薄膜封止構造は、無機下地層と、前記無機下地層の上に形成された有機平坦化層とをさらに有し、

前記少なくとも1つの複合積層体は、前記有機平坦化層の上面に接するように形成されている、請求項1から9のいずれかに記載の有機ELデバイス。

[請求項11] 前記薄膜封止構造は、有機平坦化層をさらに有し、

前記少なくとも1つの前記複合積層体は2つの複合積層体であって、

前記有機平坦化層は、前記2つの複合積層体の間に形成されている、請求項1から9のいずれかに記載の有機ELデバイス。

[請求項12] 前記有機平坦化層の厚さは3μm以上である、請求項10または11に記載の有機ELデバイス。

[請求項13] 請求項1から12のいずれかに記載の有機ELデバイスの製造方法であって、

前記複合積層体を形成する工程は、

前記第1無機バリア層が形成された前記素子基板をチャンバー内に用

意する工程と、

前記チャンバー内に蒸気または霧状の光硬化性樹脂を供給する工程と、

前記第 1 無機バリア層上で前記光硬化性樹脂を凝縮させて、液膜を形成する工程と、

前記光硬化性樹脂の前記液膜に光を照射することによって、光硬化樹脂層を形成する工程と、

前記光硬化樹脂層を部分的にアッシングすることによって、前記有機バリア層を形成する工程と

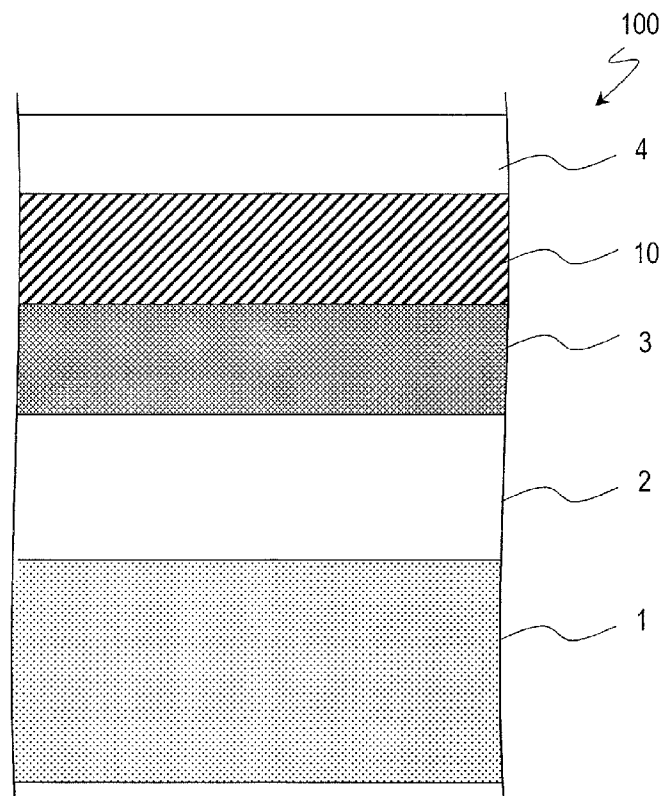
を包含する、製造方法。

[請求項14]

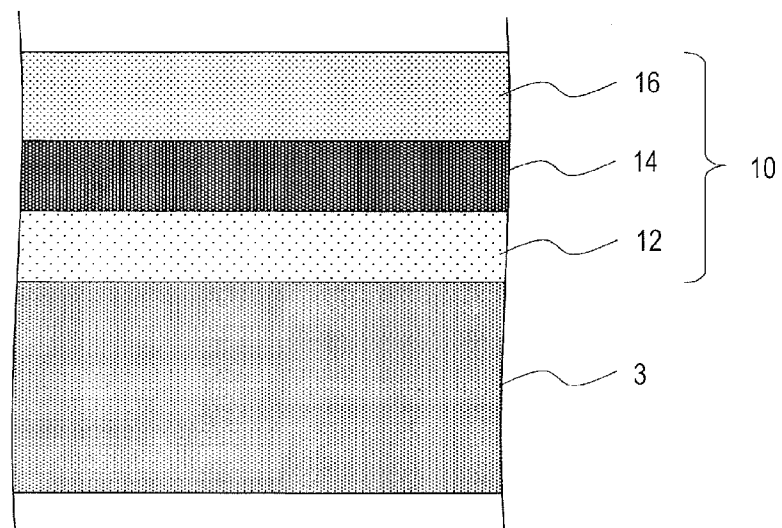
前記アッシングは、 $N_2O$ 、 $O_2$ および $O_3$ の内の少なくとも 1 種のガスを用いたプラズマアッシング法で行われる、請求項 1 3 に記載の製造方法。

[図1]

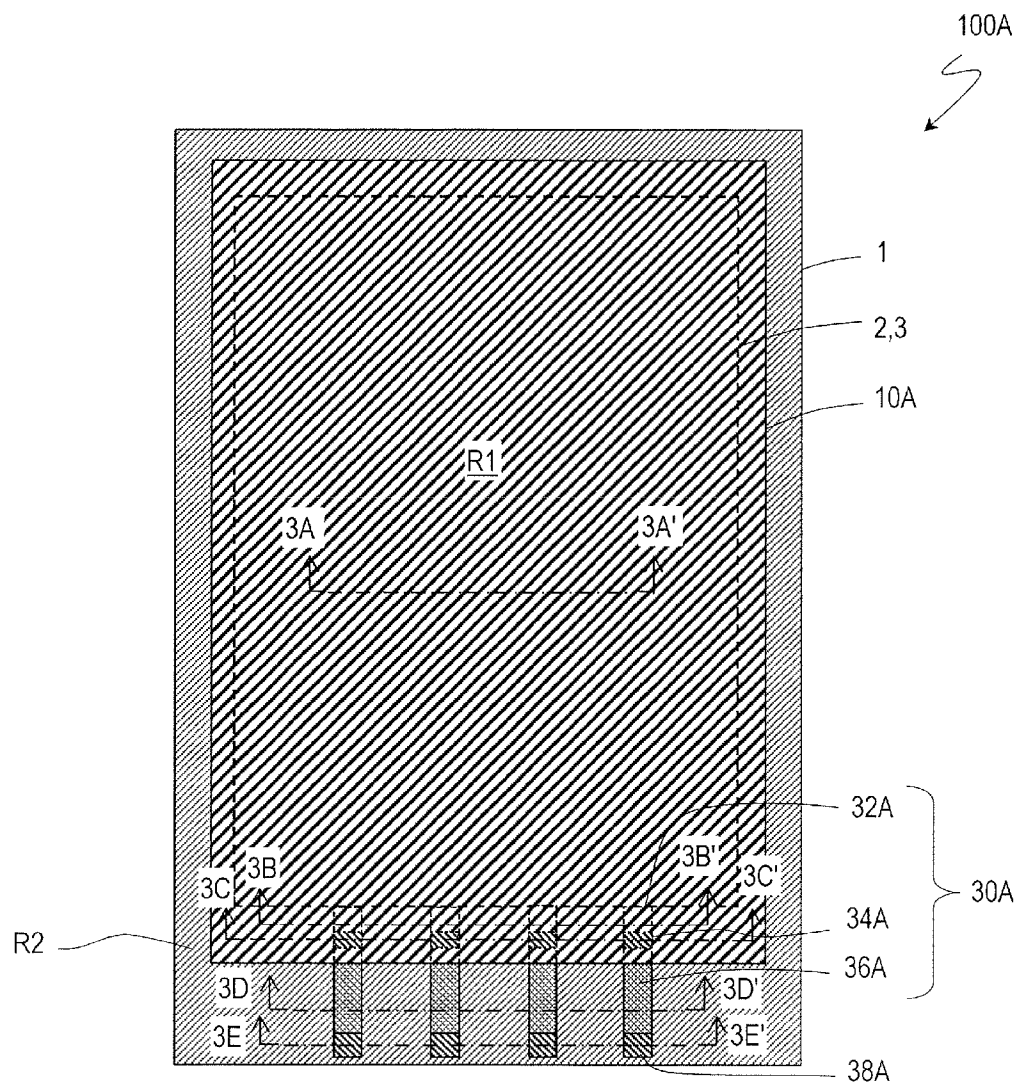
(a)



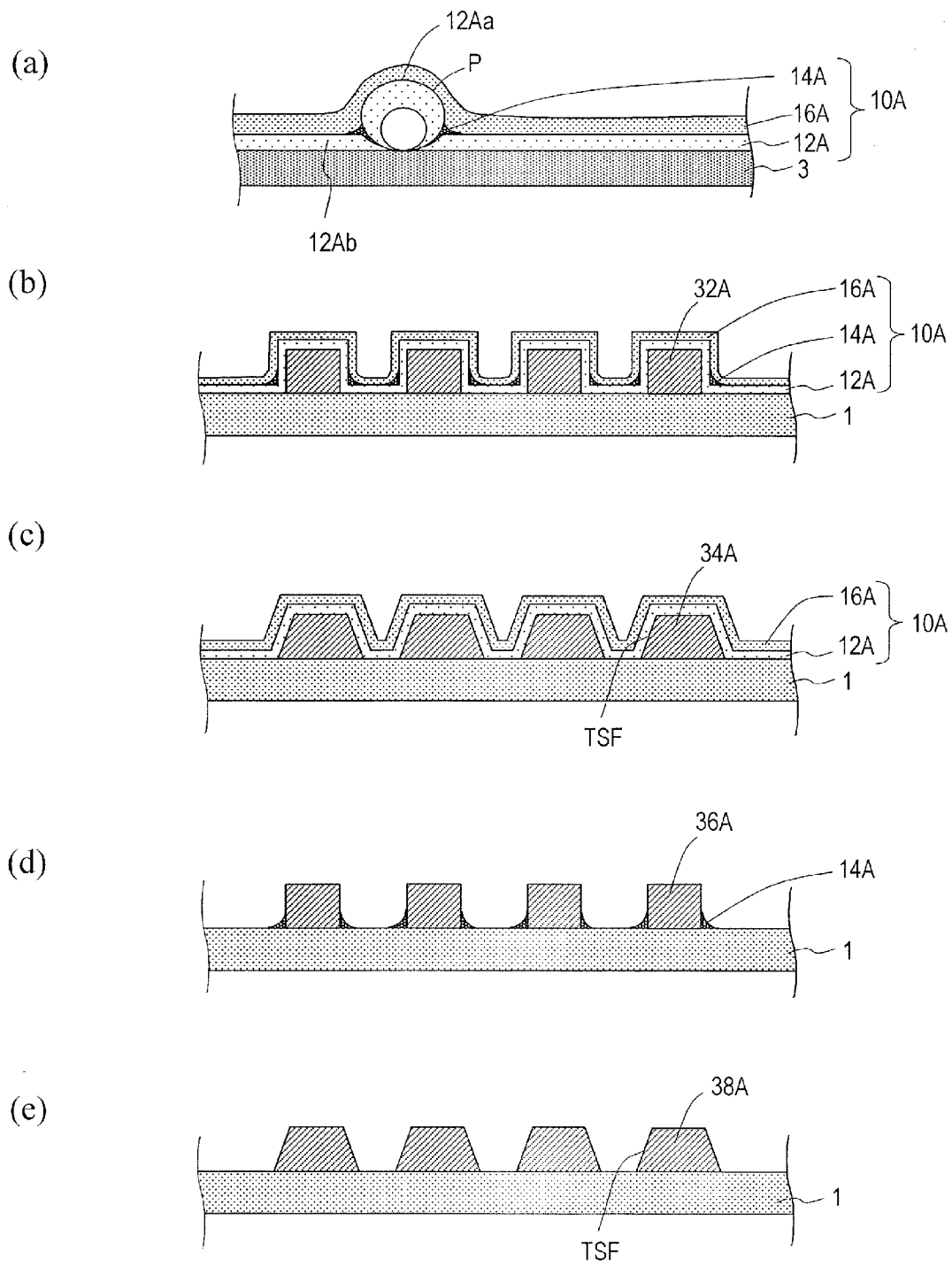
(b)



[図2]

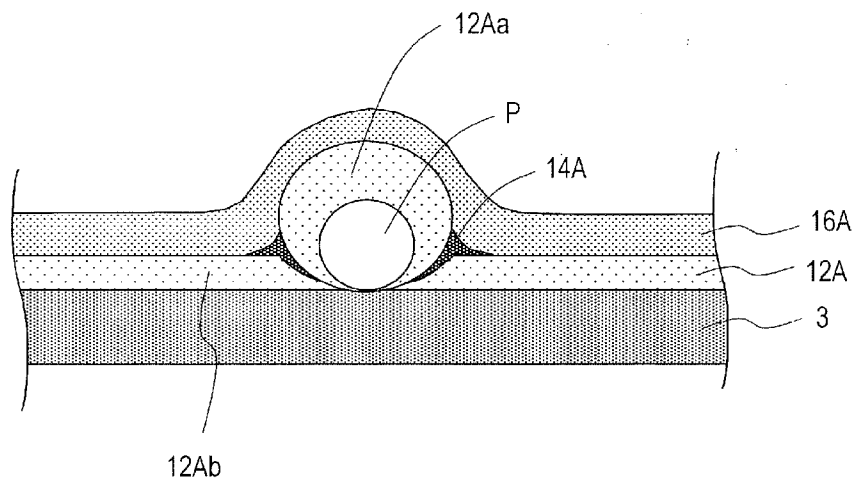


[図3]

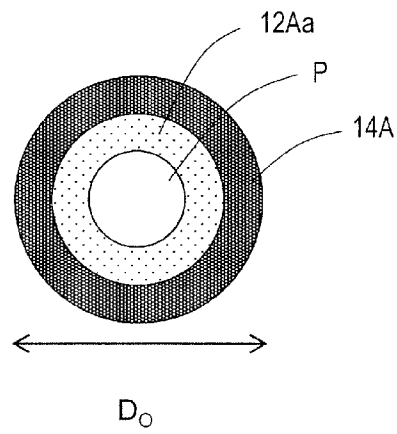


[図4]

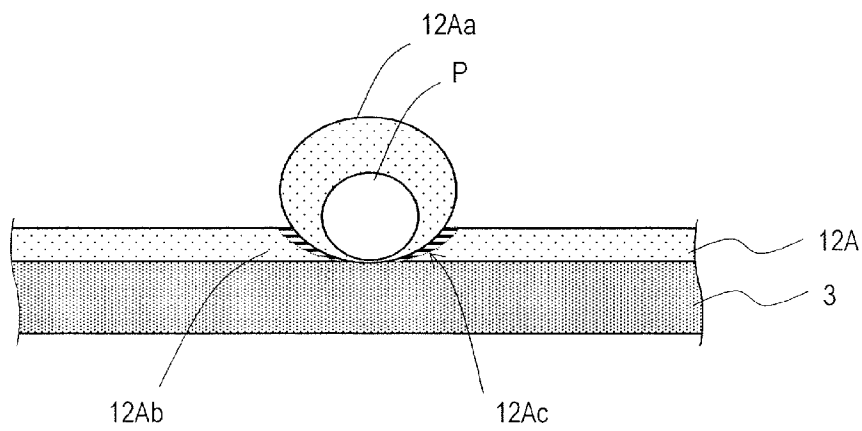
(a)



(b)

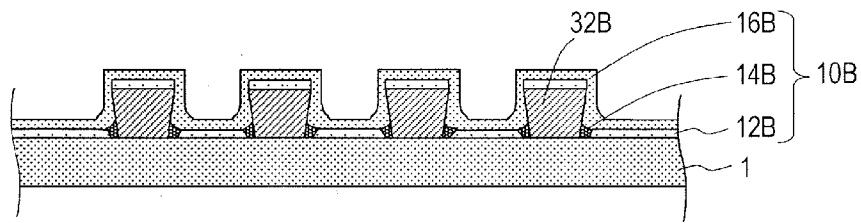


(c)

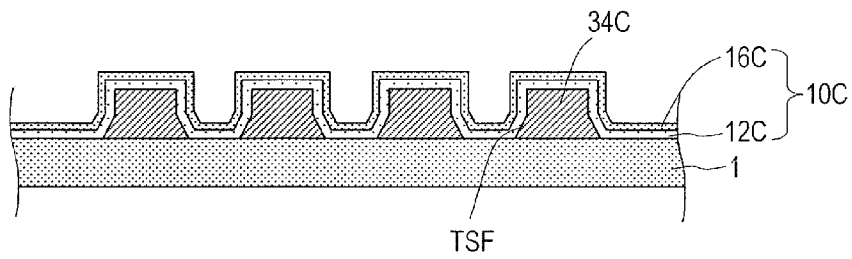


[図5]

(a)

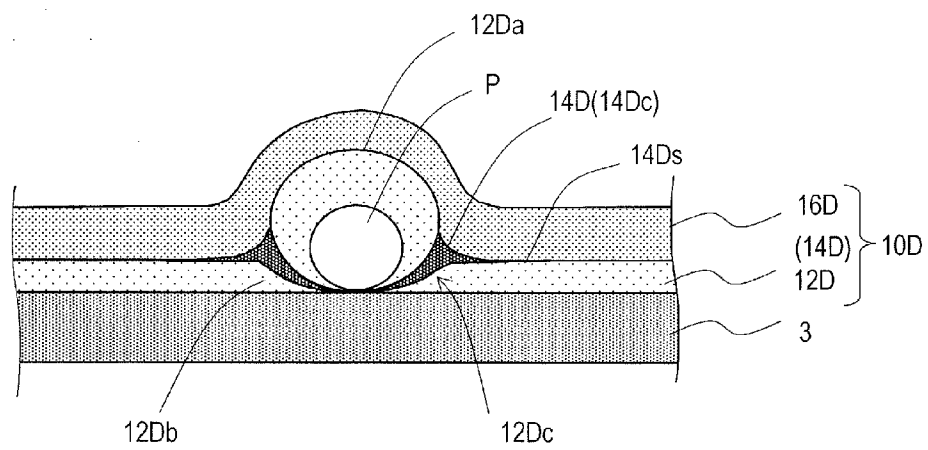


(b)

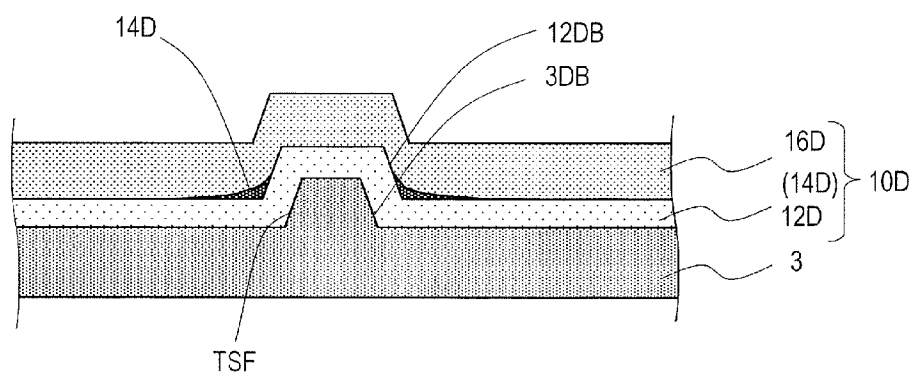


[図6]

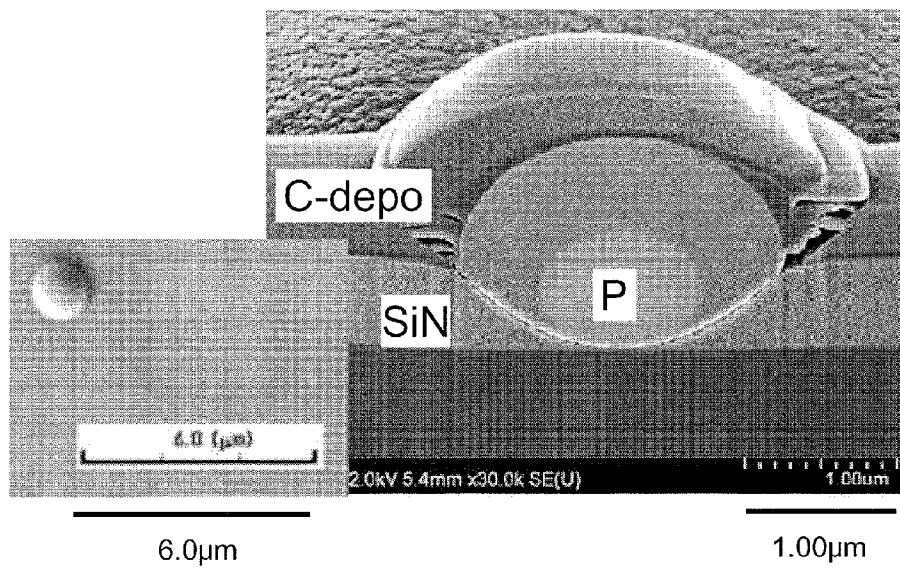
(a)



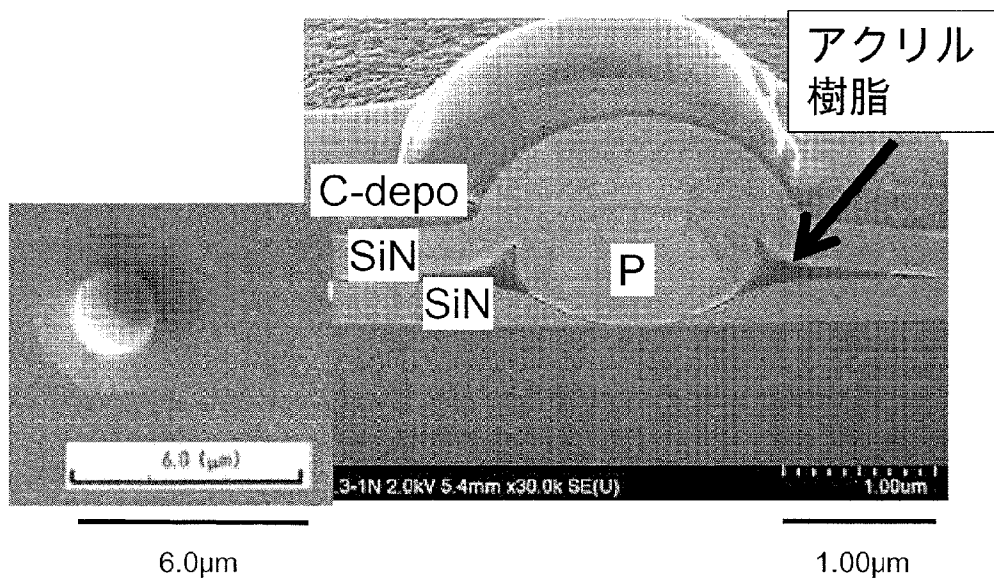
(b)



[図7]

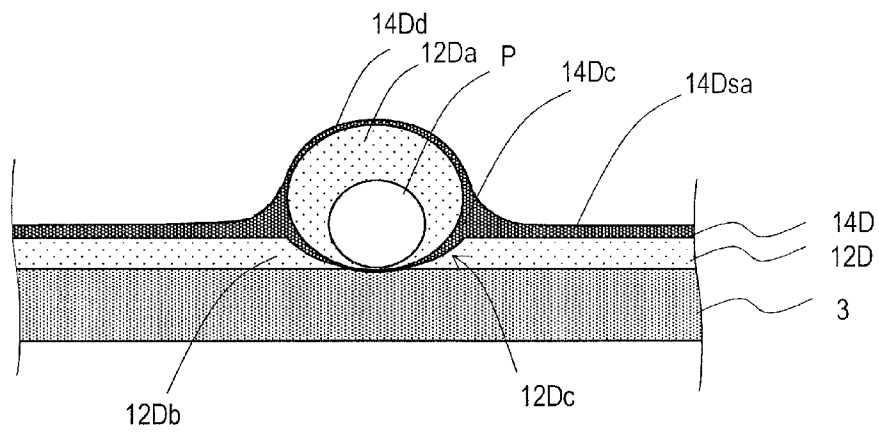


[図8]

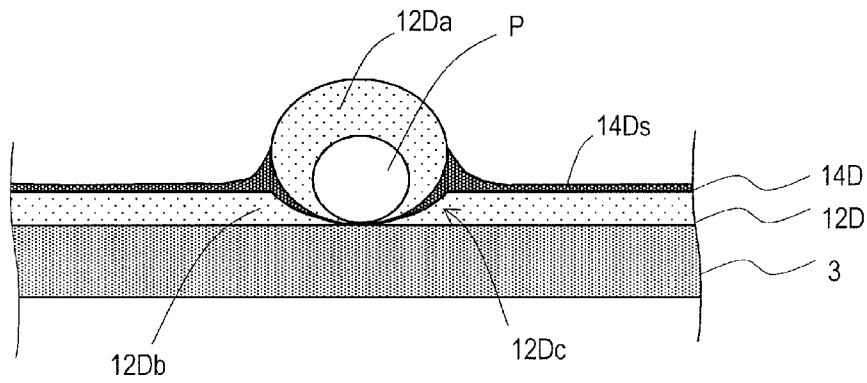


[図9]

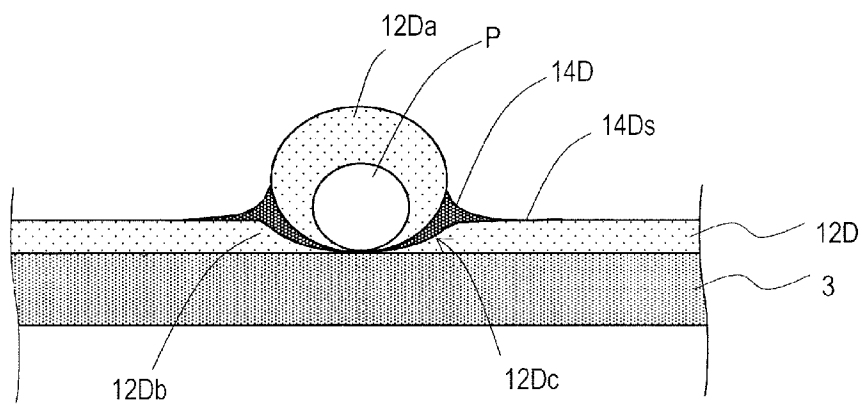
(a)



(b)

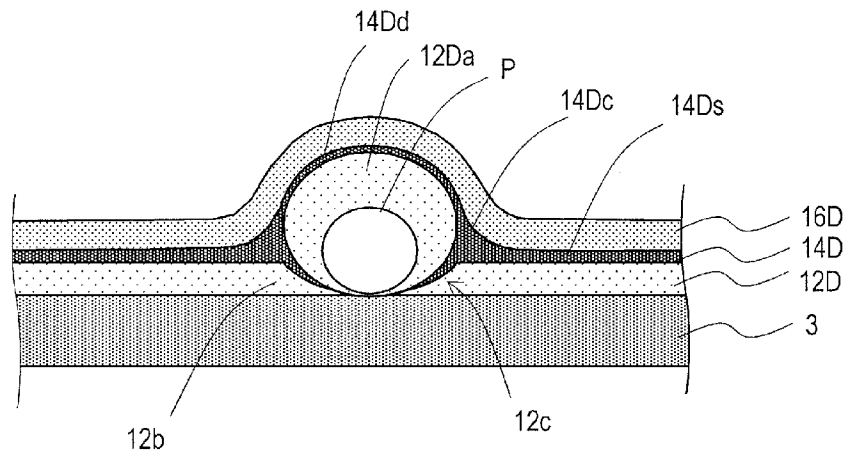


(c)

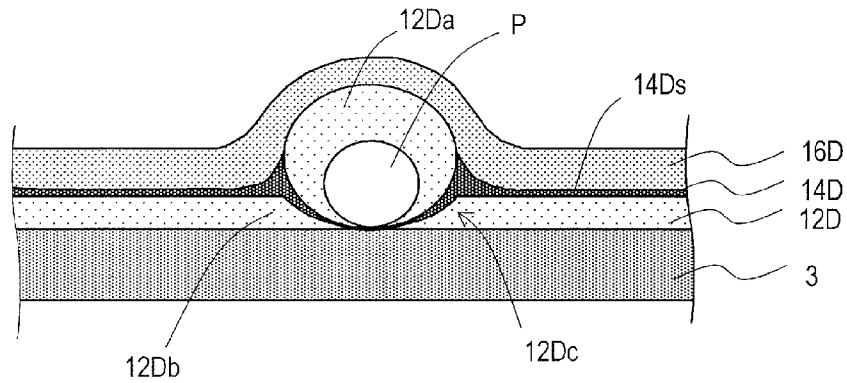


[図10]

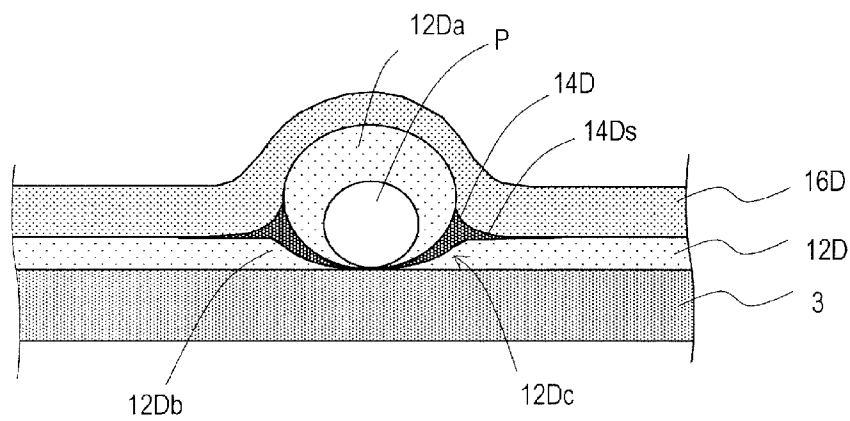
(a)



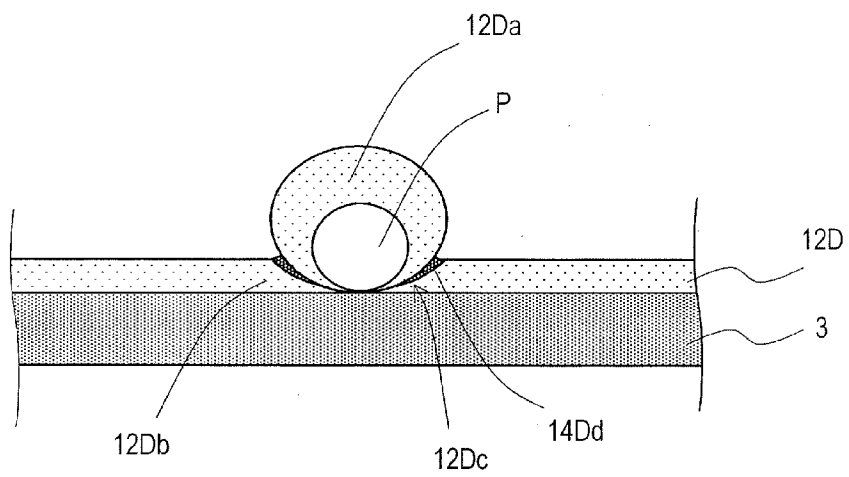
(b)



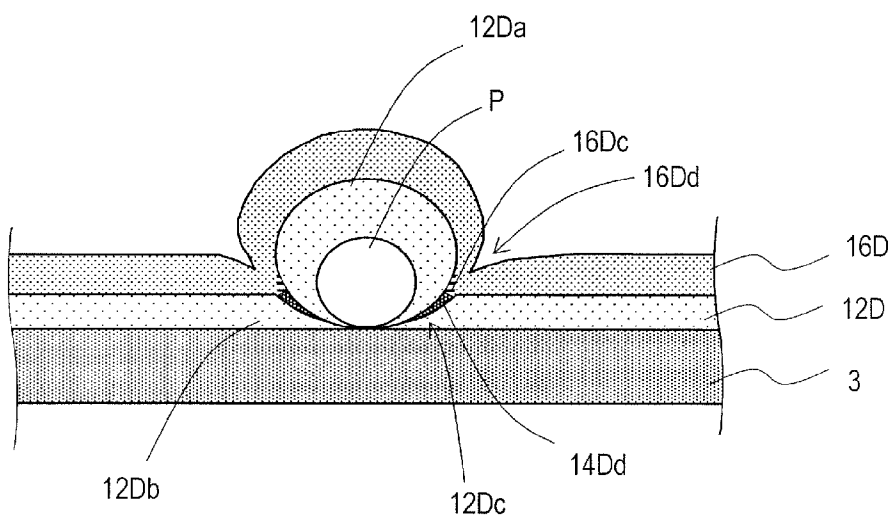
(c)

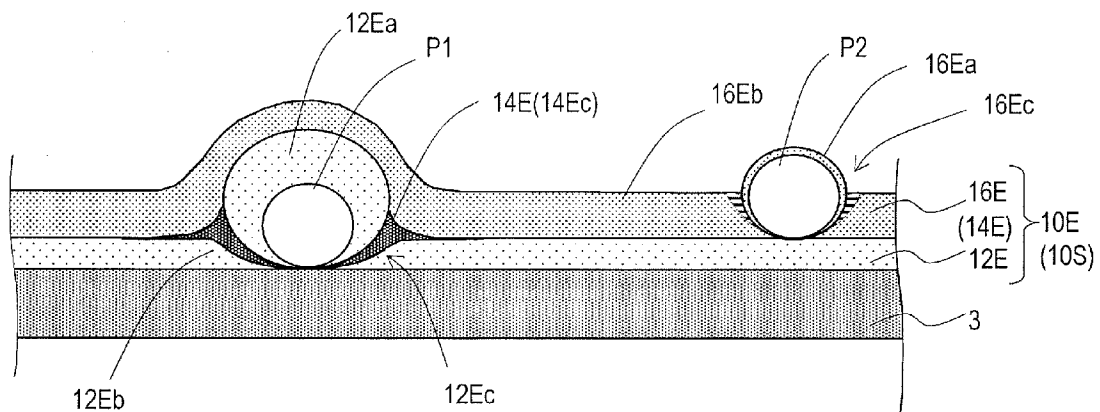


[図11]

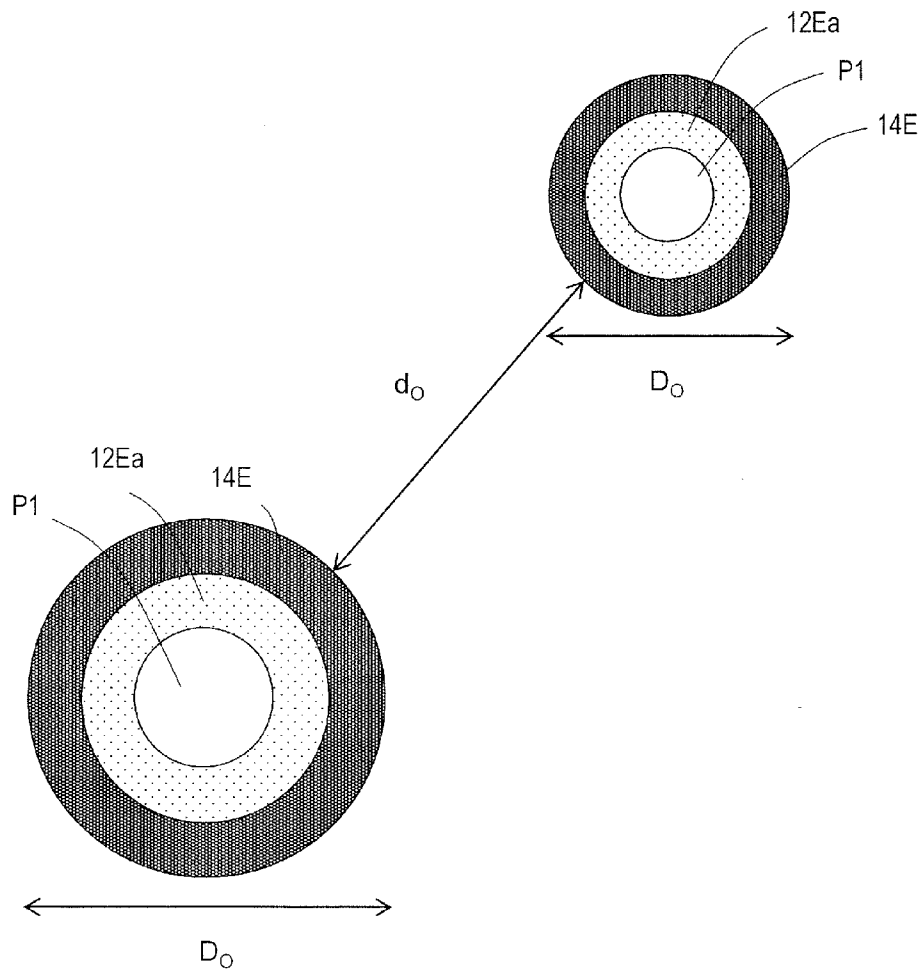


[図12]

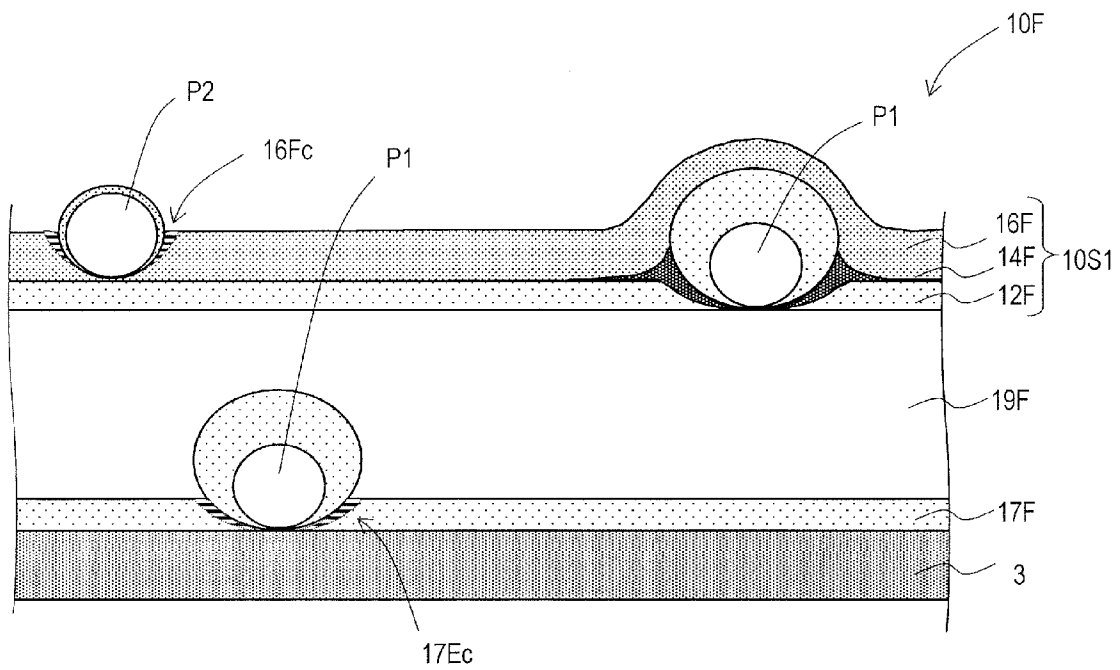




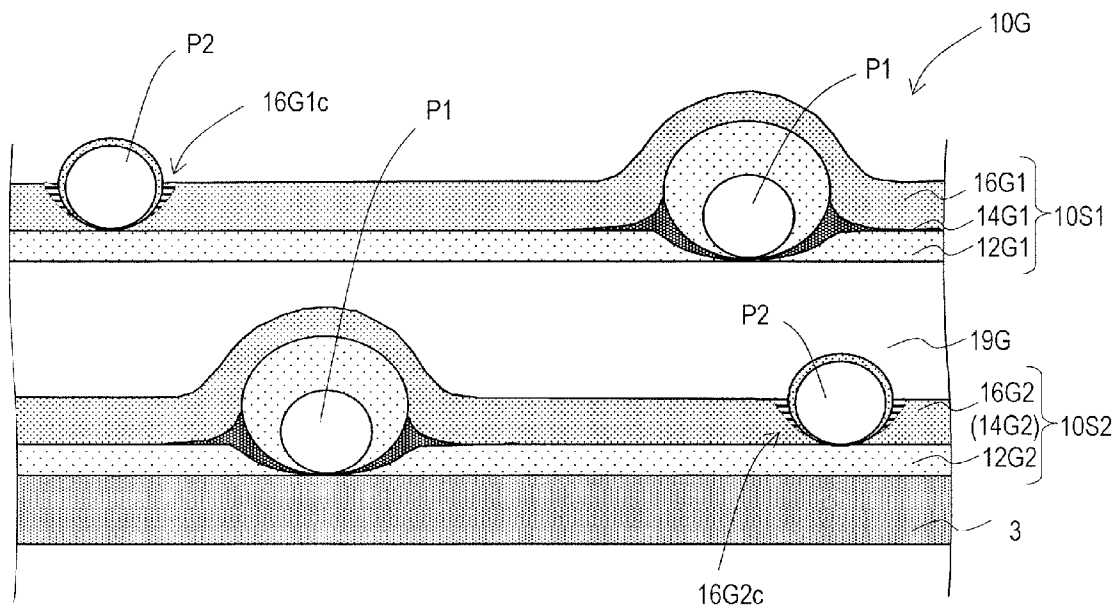
[図15]



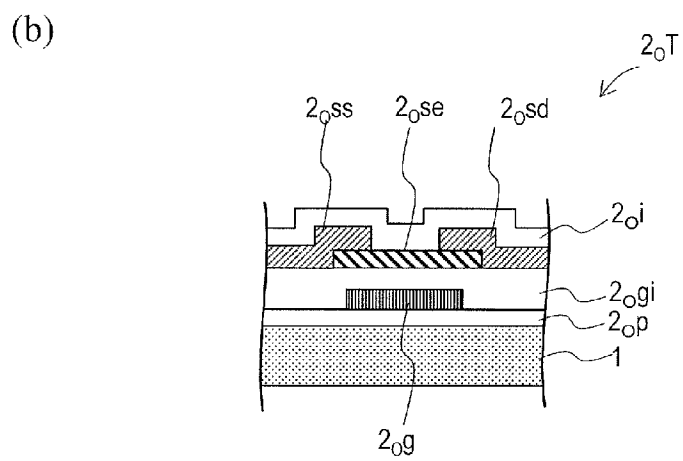
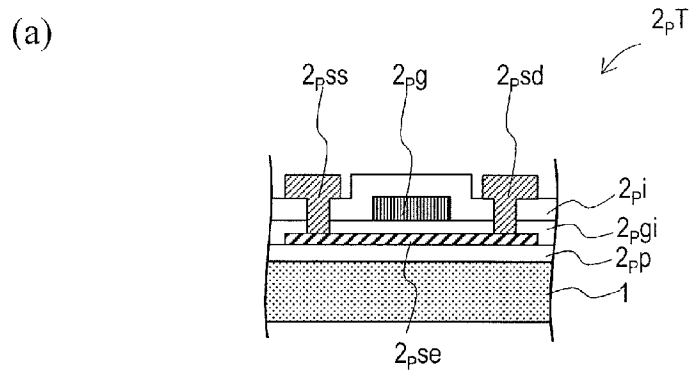
[図16]



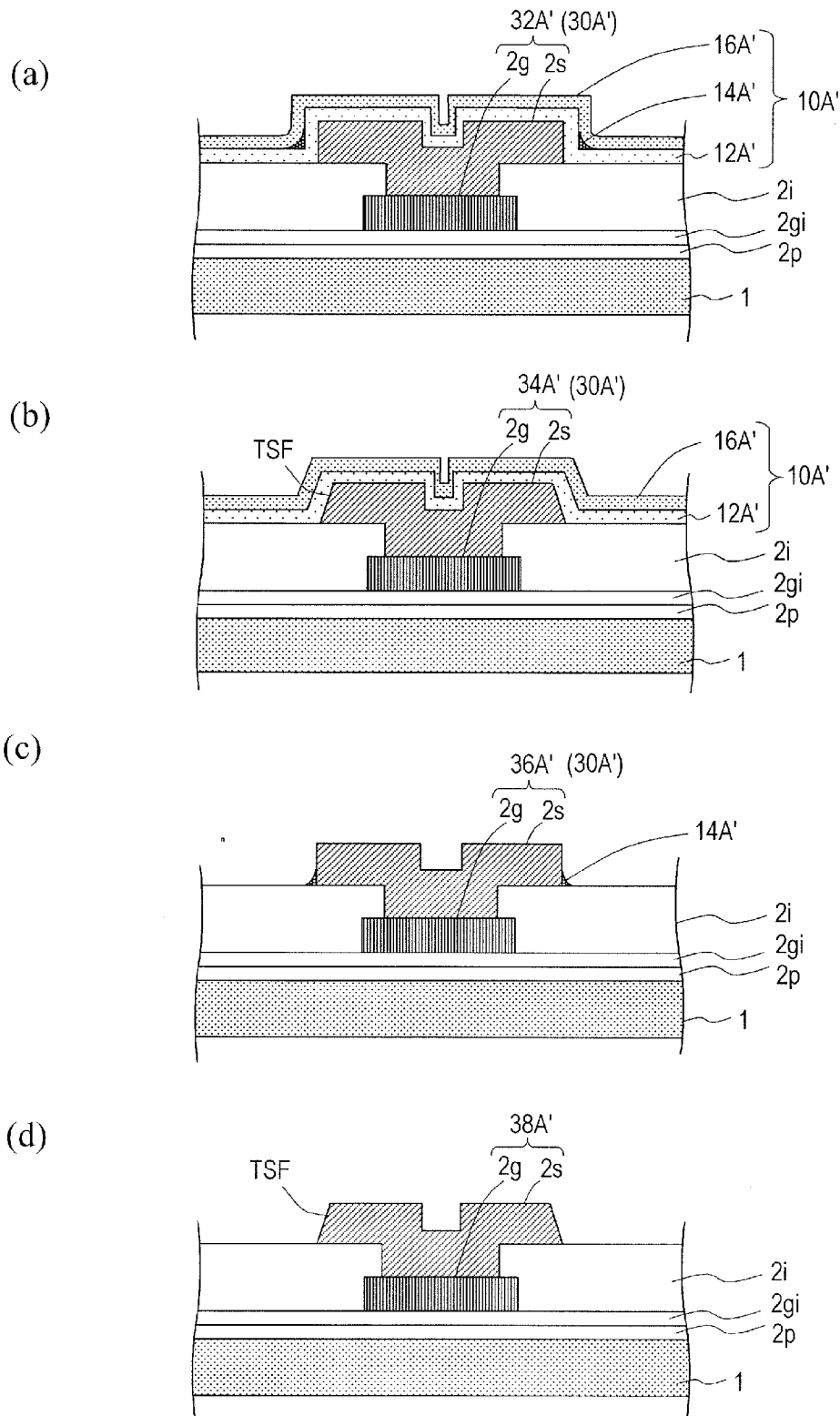
[図17]



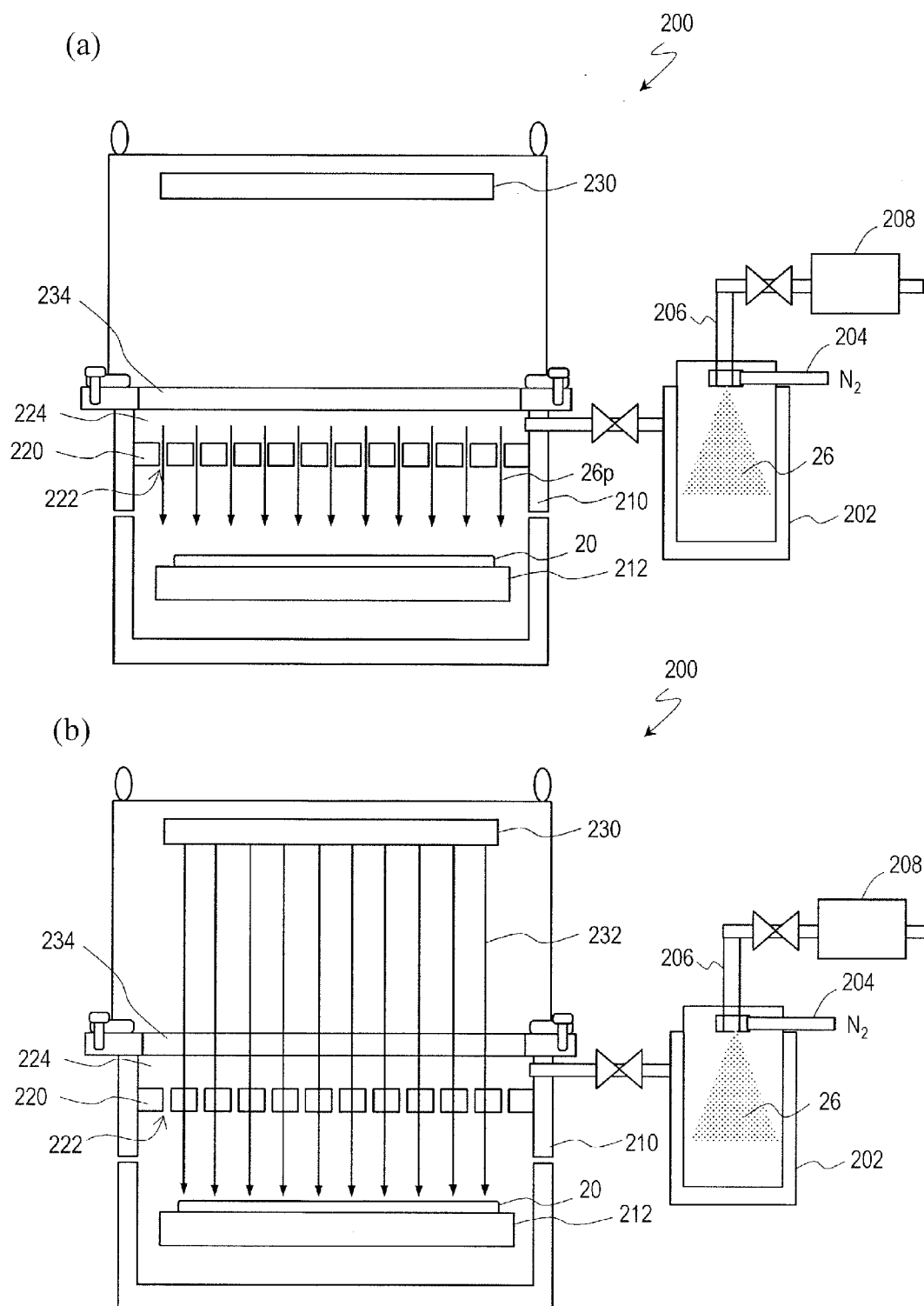
[図18]



[図19]



[図20]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013267

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/04(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/04, G09F9/30, H01L27/32, H05B33/02, H05B33/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                          | Relevant to claim No.                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| X<br>Y<br>A | JP 2007-250370 A (Canon Inc.),<br>27 September 2007 (27.09.2007),<br>claims; examples; fig. 2(b), 2(a)<br>(Family: none)    | 1-5, 7-9<br>10-12<br>6, 13-14             |
| X<br>Y<br>A | JP 2013-247021 A (Canon Inc.),<br>09 December 2013 (09.12.2013),<br>claims; examples; fig. 1 to 4<br>(Family: none)         | 1, 3-6, 8-9<br>10-12<br>2, 7, 13-14       |
| X<br>Y<br>A | JP 2015-176717 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>05 October 2015 (05.10.2015),<br>claims; examples; fig. 1, 3<br>& CN 104916787 A | 1, 3, 5-6<br>10-12<br>2, 4, 7-9,<br>13-14 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 June 2017 (15.06.17)

Date of mailing of the international search report  
27 June 2017 (27.06.17)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013267

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2009-37812 A (Sumitomo Chemical Co., Ltd.),<br>19 February 2009 (19.02.2009),<br>claims; paragraph [0035]; examples; fig. 1<br>& US 2010/0187986 A1<br>claims; paragraph [0067]; examples; fig. 1<br>& WO 2009/017025 A1 & EP 2178344 A1<br>& CN 101766054 A          | 10-12                 |
| A         | JP 2014-179278 A (Japan Display Inc.),<br>25 September 2014 (25.09.2014),<br>claims; fig. 4 to 5, 7 to 8<br>& US 2014/0264300 A1 & US 2015/0380682 A1<br>& US 2017/0047384 A1<br>claims; fig. 4 to 5, 7 to 8<br>& US 2017/0047549 A1 & EP 2779264 A2<br>& CN 104051668 A | 1-14                  |
| A         | JP 2010-55894 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.),<br>11 March 2010 (11.03.2010),<br>claims<br>(Family: none)                                                                                                                                                         | 1-14                  |
| A         | JP 2006-278004 A (Pioneer Corp.),<br>12 October 2006 (12.10.2006),<br>claims<br>(Family: none)                                                                                                                                                                           | 13-14                 |
| A         | JP 2013-20893 A (Ulvac, Inc.),<br>31 January 2013 (31.01.2013),<br>claims; paragraphs [0001], [0006]; examples<br>(Family: none)                                                                                                                                         | 13-14                 |
| A         | WO 2012/053532 A1 (Ulvac, Inc.),<br>26 April 2012 (26.04.2012),<br>claims<br>& JP 5619175 B2 & CN 103154303 A                                                                                                                                                            | 13-14                 |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/04(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/06(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/04, G09F9/30, H01L27/32, H05B33/02, H05B33/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                              | 関連する<br>請求項の番号                      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| X<br>Y<br>A     | JP 2007-250370 A (キヤノン株式会社) 2007.09.27, 特許請求の範囲, 実施例, 図 2(b), 図 2(a) (ファミリーなし) | 1-5, 7-9<br>10-12<br>6, 13-14       |
| X<br>Y<br>A     | JP 2013-247021 A (キヤノン株式会社) 2013.12.09, 特許請求の範囲, 実施例, 図 1-4 (ファミリーなし)          | 1, 3-6, 8-9<br>10-12<br>2, 7, 13-14 |

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩井 好子

20

4160

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                               |                                        |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                                                             | 関連する<br>請求項の番号                         |
| X<br>Y<br>A           | JP 2015-176717 A (東京エレクトロン株式会社) 2015. 10. 05, 特許請求の範囲, 実施例, 図 1, 3 & CN 104916787 A                                                                                                                           | 1, 3, 5-6<br>10-12<br>2, 4, 7-9, 13-14 |
| Y                     | JP 2009-37812 A (住友化学株式会社) 2009. 02. 19, 特許請求の範囲, 段落[0035], 実施例, 図 1 & US 2010/0187986 A1, 特許請求の範囲, 段落[0067], 実施例, 図 1 & WO 2009/017025 A1 & EP 2178344 A1 & CN 101766054 A                                   | 10-12                                  |
| A                     | JP 2014-179278 A (株式会社ジャパンディスプレイ) 2014. 09. 25, 特許請求の範囲, 図 4-5, 7-8 & US 2014/0264300 A1 & US 2015/0380682 A1 & US 2017/0047384 A1, 特許請求の範囲, 図 4-5, 7-8 & US 2017/0047549 A1 & EP 2779264 A2 & CN 104051668 A | 1-14                                   |
| A                     | JP 2010-55894 A (パナソニック電工株式会社) 2010. 03. 11, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)                                                                                                                                                | 1-14                                   |
| A                     | JP 2006-278004 A (パイオニア株式会社) 2006. 10. 12, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)                                                                                                                                                  | 13-14                                  |
| A                     | JP 2013-20893 A (株式会社アルバック) 2013. 01. 31, 特許請求の範囲, 段落[0001], [0006], 実施例 (ファミリーなし)                                                                                                                            | 13-14                                  |
| A                     | WO 2012/053532 A1 (株式会社アルバック) 2012. 04. 26, 請求の範囲 & JP 5619175 B2 & CN 103154303 A                                                                                                                            | 13-14                                  |