

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6868904号
(P6868904)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月15日(2021.4.15)

(51) Int.Cl.	F I	
H05B 33/10	(2006.01)	H05B 33/10
H05B 33/04	(2006.01)	H05B 33/04
H01L 27/32	(2006.01)	H01L 27/32
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14 A
H05B 33/22	(2006.01)	H05B 33/22 Z
請求項の数 1 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-2698 (P2018-2698)
 (22) 出願日 平成30年1月11日(2018.1.11)
 (65) 公開番号 特開2019-121575 (P2019-121575A)
 (43) 公開日 令和1年7月22日(2019.7.22)
 審査請求日 令和1年7月26日(2019.7.26)

前置審査

(73) 特許権者 514188173
 株式会社 J O L E D
 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地
 (74) 代理人 110001900
 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
 (72) 発明者 原田 健史
 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地
 株式会社 J O L E D 内
 審査官 酒井 康博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機 E L 表示パネルの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平面視において画像表示領域とその周辺の周辺領域を有する有機 E L 表示パネルの製造方法であって、

基板を準備する第 1 工程と、

前記基板の上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する絶縁樹脂層を形成する第 2 工程と、

前記絶縁樹脂層の上方であって前記画像表示領域内に有機 E L 素子アレイを形成する第 3 工程と、

前記有機 E L 素子アレイの上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する封止層を形成する第 4 工程と、

前記封止層の上方に封止補強層を積層する第 5 工程と、

を含み、

前記封止層は、前記基板に近い側から、第 1 封止層、第 2 封止層、第 3 封止層の順に形成されており、前記第 1 封止層と前記第 3 封止層は、それぞれ、無機材料からなると共に、第 2 封止層は樹脂からなり、

かつ、前記封止層の外周部においては、第 2 の封止層を介さずに、前記第 1 封止層と前記第 3 封止層が直接積層されていると共に、前記第 1 封止層と前記第 3 封止層の直接積層された部分が、前記絶縁樹脂層の外周端面を覆うように延在しており、

前記封止補強層の外周端面の位置は、平面視において前記絶縁樹脂層の外周端面よりも

外方の位置にあり、

前記第5工程の次に、前記封止補強層をマスクとして、反応性イオンエッチングにより、第1封止層および第3封止層の外周部の余分な部分を除去する工程を含む

有機EL表示パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子を複数含む有機EL表示パネルおよびその製造方法に関し、特に、外部環境に存在する水分の浸入を抑制するための封止技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、有機EL素子を複数含む有機EL表示パネルが知られている。有機EL素子は、各種材料の薄膜を積層した多層構造を有し、平坦化絶縁層に覆われたTF T（薄膜トランジスタ：Thin Film Transistor）基板上に、少なくとも、画素電極と、共通電極と、これらに挟まれた有機発光層とを備える。画素電極と有機発光層の間、または、共通電極と有機発光層の間には、必要に応じて、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層などが設けられる。

【0003】

これらの層は、水分と反応すると発光特性が劣化する材料を含むことがある。そこで、有機EL表示パネルの表示品質の経時的な劣化を抑制するために、外部環境に存在する水分の浸入を抑制するための封止技術が重要となる（例えば、特許文献1）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-223264号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、近年では、有機EL表示パネルは多様な分野での利用が期待され、さらなるフレキシブル性（可撓性）の向上が望まれている。

30

そのためには、有機EL表示パネルの各層のうち、比較的厚みが大きい封止層をより薄膜化することが必要となり、封止層を薄くしても、十分な封止性を確保できる封止構造を有する有機EL表示パネルが求められている。

【0006】

本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、フレキシブル性の向上のため封止層の厚みを薄くしても大気中の水分が容易に内部に浸入しないようにすることができ、有機EL素子の劣化を防止することができる有機EL表示パネル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】

40

【0007】

上記目的を達成するため、本開示の一態様に係る有機EL表示パネルは、平面視において、画像表示領域とその周辺の周辺領域とを有する有機EL表示パネルであって、基板と、前記基板の上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層の上方であって前記画像表示領域内に配された有機EL素子アレイと、前記有機EL素子アレイの上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する封止層と、前記封止層の上方に積層された封止補強層と、を備え、前記封止層は、前記基板に近い側から、第1封止層、第2封止層、第3封止層の順に形成されており、前記第1封止層と前記第3封止層は、それぞれ、無機材料からなると共に、前記第2封止層は樹脂からなり、かつ、前記封止層の外周部においては、前記第2封止層を介さずに、前記

50

第1封止層と前記第3封止層が直接積層されていると共に、前記第1封止層と前記第3封止層の直接積層された部分が、前記絶縁樹脂層の外周端面を覆うように延在しており、前記封止補強層の外周端面の位置は、平面視において前記絶縁樹脂層の外周端面よりも外方の位置にあることを特徴とする。

【0008】

また、本開示の別の態様に係る有機EL表示パネルの製造方法は、平面視において画像表示領域とその周辺の周辺領域を有する有機EL表示パネルの製造方法であって、基板を準備する第1工程と、前記基板の上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する絶縁樹脂層を形成する第2工程と、前記絶縁樹脂層の上方であって前記画像表示領域内に有機EL素子アレイを形成する第3工程と、前記有機EL素子アレイの上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する封止層を形成する第4工程と、前記封止層の上方に封止補強層を積層する第5工程と、を含み、前記封止層は、前記基板に近い側から、第1封止層、第2封止層、第3封止層の順に形成されており、前記第1封止層と前記第3封止層は、それぞれ、無機材料からなると共に、第2封止層は樹脂からなり、かつ、前記封止層の外周部においては、第2の封止層を介さずに、前記第1封止層と前記第3封止層が直接積層されていると共に、前記第1封止層と前記第3封止層の直接積層された部分が、前記絶縁樹脂層の外周端面を覆うように延在しており、前記封止補強層の外周端面の位置は、平面視において前記絶縁樹脂層の外周端面よりも外方の位置にあることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本開示の態様に係る有機EL表示パネルおよびその製造方法によれば、フレキシブル性の向上のため封止層の厚みを薄くしても大気中の水分が容易に内部に浸入しないようにすることができ、有機EL素子の劣化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施の形態に係る有機EL表示パネルの平面レイアウト図である。

【図2】図1の領域A内のB-B線における有機EL表示パネルの積層構造を示す概略断面図である。

【図3】第1の実施の形態に係る有機EL表示パネルの製造工程を示すフローチャートである。

【図4】(a)~(c)は、上記有機EL表示パネルの製造工程を説明するための概略断面図である。

【図5】(a)、(b)は、図4の続きの有機EL表示パネルの製造工程を説明するための概略断面図である。

【図6】第2の実施の形態に係る、図2と同じ部分における有機EL表示パネルの積層構造を示す概略断面図である。

【図7】図6の有機EL表示パネルの製造工程を示すフローチャートである。

【図8】(a)~(c)は、図6の有機EL表示パネルの製造工程を説明するための概略断面図である。

【図9】背景技術となる有機EL表示パネルの積層構造の一例を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本開示の一態様に至った経緯

本願発明者は、有機EL表示パネルの封止構造について改良を重ねた。

図9は、本願の発明者が開発している有機EL表示パネルの構成の一例を示す概略断面図である。

同図に示すように、有機EL表示パネルは、基板501、平坦化絶縁層502、画素電極503、隔壁層504、発光層505、電子輸送層506、対向電極507、封止層508、パッシベーション膜511、配線層512を備え、封止層508の上に接着層50

9を介してシート状の基材（シート基材）510が貼着されてなる。

【0012】

基板501は、基材501a上にTF T層501bを形成してなる。

封止層508は、窒化シリコン（SiN）からなる第1封止層5081と、樹脂からなる第2封止層5082と、窒化シリコンからなる第3封止層5083を積層した3層構造としており、これにより封止層508の耐久性と防水性が向上する。

封止層508の上に接着層509を介してシート基材510を貼着することにより、さらに優れた耐久性と防水性を得ることができる。

【0013】

なお、平坦化絶縁層502には、その外縁近くに溝5022が形成されて、平坦化絶縁層502が内側絶縁層5023と外側絶縁層5021に分離されている。

封止層508の第2封止層5082をウエットプロセスで形成する際、その材料である樹脂は塗布時点で流動性があるので、外部のドライブ回路に接続するための接続端子5121の位置まで塗り広がるおそれがあるが、このように溝5022を設けることにより、第2封止層形成のため塗布した樹脂材料の塗り広がりが、外側絶縁層5021の部分で阻止される。

【0014】

しかし、さらなるフレキシブル性の向上のためには、有機EL表示パネルの各層のうち、比較的厚みが大きい封止層508を薄膜化することが不可欠である。ところが、封止層508における特に窒化シリコンからなる第1、第3封止層5081、5083の膜厚を薄くすれば、それらの成膜時に異物などによるピンホールが発生しやすく、封止欠陥が生じるおそれがある。

【0015】

特に、図9に示した構成では、樹脂である外側絶縁層5021の外周側が、外部環境に晒されているため、同図の矢印に示すように、大気中の水分が、外側絶縁層5021に吸収され、第1封止層5081のピンホールを介して、第2封止層5082内に浸入し、再度第1封止層5081のピンホールを介して、有機EL素子内に浸入し、陰極507や発光層503などを劣化せしめ、発光効率が早期に低下するおそれがある。

【0016】

そこで、フレキシブル性をさらに向上すべく有機EL表示パネルの厚みを薄くしても、十分な封止性を確保すべく、本開示に係る態様に至ったものである。

開示の態様

本開示の一態様に係る有機EL表示パネルは、平面視において、画像表示領域とその周辺の周辺領域とを有する有機EL表示パネルであって、基板と、前記基板の上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する絶縁樹脂層と、前記絶縁樹脂層の上方であって前記画像表示領域内に配された有機EL素子アレイと、前記有機EL素子アレイの上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する封止層と、前記封止層の上方に積層された封止補強層と、を備え、前記封止層は、前記基板に近い側から、第1封止層、第2封止層、第3封止層の順に形成されており、前記第1封止層と前記第3封止層は、それぞれ、無機材料からなると共に、前記第2封止層は樹脂からなり、かつ、前記封止層の外周部においては、前記第2封止層を介さずに、前記第1封止層と前記第3封止層が直接積層されていると共に、前記第1封止層と前記第3封止層の直接積層された部分が、前記絶縁樹脂層の外周端面を覆うように延在しており、前記封止補強層の外周端面の位置は、平面視において前記絶縁樹脂層の外周端面よりも外方の位置にある。

【0017】

係る構成より、フレキシブル性の向上のため封止層の厚みを薄くしても大気中の水分が容易に内部に浸入しないようにすることができ、有機EL素子の劣化を防止することができる。

また、別の態様では、前記封止補強層は、シート状の基材が接着層を介して前記封止層上に積層され、かつ、前記接着層と前記基材の外周端面が保護構造体で被覆されている構

10

20

30

40

50

成である。

【0018】

このようにシート状の基材を接着層を介して封止層上に積層することにより、封止層における封止性が補強される。

また、別の態様では、前記封止補強層は、シート状の基材が接着層を介して前記封止層上に積層され、かつ、前記接着層と前記基材の外周端面が保護構造体で被覆されている構成である。

【0019】

このように、接着層と基材の外周端面を保護構造体で被覆することにより、それらの端面からの水分の浸入が抑制され封止性がさらに向上できる。

また、別の態様では、前記保護構造体は、紫外線硬化性もしくは熱硬化性の樹脂材料からなる。

これにより、保護構造体を塗布法で形成しても、直ぐに硬化させることができる。

【0020】

また、別の態様では、平面視において、前記第1封止層と前記第3封止層の端縁と前記封止補強層の端縁が重なっている。

係る構成により、有機EL表示パネルの製造において、封止補強層をエッチングマスクとして使用することができるので、製造コストを下げることができる。

また、別の態様では、前記絶縁樹脂層には、前記周辺領域において、前記有機EL素子アレイを囲繞するように溝が形成され、当該溝によって、前記絶縁樹脂層が内側絶縁樹脂層部と外側絶縁樹脂層部に分離されており、前記第1封止層が前記溝の内側面および底部および前記外側絶縁樹脂層部の表面を覆っている。

【0021】

係る構成により、仮に層間絶縁層の外側端縁から水分が浸入した場合でも、有機EL素子が配置された画像表示領域への水分の浸入を溝によって遮断することができる。

また、本開示に係る有機EL表示パネルの製造方法の一態様は、平面視において画像表示領域とその周辺の周辺領域を有する有機EL表示パネルの製造方法であって、基板を準備する第1工程と、前記基板の上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する絶縁樹脂層を形成する第2工程と、前記絶縁樹脂層の上方であって前記画像表示領域内に有機EL素子アレイを形成する第3工程と、前記有機EL素子アレイの上方に配され、前記画像表示領域から前記周辺領域まで延在する封止層を形成する第4工程と、前記封止層の上方に封止補強層を積層する第5工程と、を含み、前記封止層は、前記基板に近い側から、第1封止層、第2封止層、第3封止層の順に形成されており、前記第1封止層と前記第3封止層は、それぞれ、無機材料からなると共に、第2封止層は樹脂からなり、かつ、前記封止層の外周部においては、第2の封止層を介さずに、前記第1封止層と前記第3封止層が直接積層されていると共に、前記第1封止層と前記第3封止層の直接積層された部分が、前記絶縁樹脂層の外周端面を覆うように延在しており、前記封止補強層の外周端面の位置は、平面視において前記絶縁樹脂層の外周端面よりも外方の位置にある。

【0022】

また、別の態様では、前記第5工程において、前記封止補強層は、シート状の基材を接着層を介して前記封止層上に積層して形成される。

また、別の態様では、前記第5工程において、前記封止補強層は、シート状の基材を接着層を介して前記封止層上に積層し、その後、前記接着層と基材の外周端面を保護構造体で被覆して形成される。

【0023】

また、別の態様では、前記保護構造体は、紫外線硬化性もしくは熱硬化性の樹脂材料を塗布して形成される。

また、別の態様では、前記第2工程は、前記絶縁樹脂層を、前記周辺領域において、前記有機EL素子アレイを囲繞するように溝を形成して、当該溝によって、内側絶縁樹脂層部と外側絶縁樹脂層部に分離する工程を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

また、別の態様では、前記第 5 工程の次に、前記封止補強層をマスクとして、反応性イオンエッチングにより、第 1 封止層および第 3 封止層の外周部の余分な部分を除去する工程を含む。

上記製造方法によって、上述した有機 E L 表示パネルと同様な効果を有する有機 E L 表示パネルを製造することができる。

【 0 0 2 5 】

第 1 の実施の形態

以下、本開示に係る有機 E L 表示パネルの実施の形態の一態様として、フレキシブル性を有するトップエミッション型の有機 E L 表示パネルを例にして説明する。

1 . 表示パネルの構成

1 . 1 構成概要

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る有機 E L 表示パネル 1 0 0 の平面レイアウト図である。

【 0 0 2 6 】

同図に示すように有機 E L 表示パネル 1 0 0 は、平面視したとき、画像表示領域 1 0 と、画像表示領域 1 0 を囲繞する周辺領域 2 0 とを有する。

画像表示領域 1 0 には、複数の画素がマトリクス状に配列されている。それぞれの画素は色の異なる複数のサブ画素を含み、本実施の形態では、画素が赤色サブ画素、緑色サブ画素、および青色サブ画素を含んでいる。1 つのサブ画素が 1 つの有機 E L 素子から構成されている。これらの複数の有機 E L 素子がマトリクス状に配列されたものを有機 E L 素子アレイという。

【 0 0 2 7 】

周辺領域 2 0 には、外部のドライブ回路に電氣的に接続するための複数の端子（不図示）が配設される。

1 . 2 有機 E L 表示パネル 1 0 0 の積層構造

図 2 は、有機 E L 表示パネル 1 0 0 の概略構成を示す部分断面図であり、図 1 の領域 A における B - B 線での断面を図示している。

【 0 0 2 8 】

同図に示すように、有機 E L 表示パネル 1 0 0 は、基板 1 0 1、層間絶縁層（絶縁樹脂層）1 0 2、画素電極 1 0 3、隔壁層 1 0 4、発光層 1 0 5、電子輸送層 1 0 6、対向電極 1 0 7、封止層 1 0 8、封止補強層 1 2 0、並びにパッシベーション膜 1 1 1、配線層 1 1 2 を備える。このうち、画素電極 1 0 3、隔壁層 1 0 4、発光層 1 0 5 は、画素ごとに形成されている。

【 0 0 2 9 】

< 基板 >

基板 1 0 1 は、絶縁材料である基材 1 0 1 a と、T F T (T h i n F i l m T r a n s i s t o r) 層 1 0 1 b とを含む。T F T 層 1 0 1 b には、T F T からなる公知の駆動回路が画素ごとに形成されてなる。

基材 1 0 1 a は、本実施の形態ではフレキシブル性を確保するため、絶縁性の樹脂材料からなることが望ましい。当該樹脂材料として、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂いずれの樹脂を用いてもよい。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリイミド（P I）、ポリカーボネート、アクリル系樹脂、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ポリブチレンテレフタレート、ポリアセタール、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル、シリコーン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうち 1 種、または 2 種以上を積層した積層体を用いることができる。

【 0 0 3 0 】

< 配線層 >

配線層 112 は、TFT 層 101b から引き出された複数の配線を含む。各配線は、互いに間隔を置いて形成され、例えば、クロム (Cr)、モリブデン (Mo)、アルミニウム (Al)、チタン (Ti)、銅 (Cu) などの金属や、合金 (例えば、MoW、MoCr、NiCr) 等の導電材料からなる。

【0031】

<パッシベーション膜>

パッシベーション膜 111 は、TFT 層 101b と、配線層 112 とを覆う絶縁性の保護膜であり、窒化シリコン (SiN)、酸化シリコン (SiO)、酸窒化シリコン (SiON) 等で形成される。周辺領域 20 において配線層 112 から引き出された接続端子 1121 がパッシベーション膜 111 から露出しており、外部のドライブ回路 (不図示) に接続される。

10

【0032】

<層間絶縁層>

層間絶縁層 (絶縁樹脂層) 102 は、基板 101 の上方に形成されている。層間絶縁層 102 は、絶縁性の樹脂材料からなり、TFT 層 101b 上に形成されるパッシベーション膜 111 の上面の段差を平坦化するものである。樹脂材料としては、例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。

【0033】

なお、層間絶縁層 102 の周辺領域 20 には、当該層間絶縁層 102 の外周縁に沿うようにして溝 (以下、「周縁溝」という。) 1022 が形成され (図 1 参照)、これにより層間絶縁層 102 が内側絶縁層 1023 と外側絶縁層 1021 に完全に分離されており、周縁溝 1022 の底部にはパッシベーション膜 111 が露出している。

20

層間絶縁層 102 が除去された周縁溝 1022 の間隙幅は、50 μm 以上 800 μm 以下であることが好ましく、400 μm 以上 600 μm 以下であることがより好ましい。

【0034】

上述のとおり、層間絶縁層 102 は、ポリイミド系樹脂またはアクリル系樹脂等の絶縁材料からなり、水分を吸着しやすい性質を有する。しかしながら、周縁溝 1022 を設けることにより、仮に、周縁溝 1022 の外側の外側絶縁層 1021 に基板の外縁方向から水分が浸入した場合でも、表示領域 10 への水分の浸入を抑制できる。

また、封止層 108 の第 2 封止層 1082 をウエットプロセスで形成する際、その材料である樹脂は塗布時点で流動性があるので、外部接続用の接続端子 1121 の位置まで塗り広がるおそれがあるが、このように周縁溝 1022 を設けることにより、この溝が「堀」の役目をすると共に、外側絶縁層 1021 が「ダム」の役目を果たすので、第 2 封止層 1082 の形成のため塗布した樹脂材料の塗り広がりを、外側絶縁層 1021 の部分で阻止することができる。

30

【0035】

<画素電極>

画素電極 103 は、光反射性の金属材料からなる金属層を含み、層間絶縁層 102 上に形成されている。画素電極 103 は、画素ごとに設けられ、コンタクトホールを介して TFT 層 101b と電氣的に接続されている。

40

本実施の形態においては、画素電極 103 は、陽極として機能する。

【0036】

光反射性を具備する金属材料の具体例としては、Ag (銀)、Al (アルミニウム)、アルミニウム合金、Mo (モリブデン)、APC (銀、パラジウム、銅の合金)、ARA (銀、ルビジウム、金の合金)、MoCr (モリブデンとクロムの合金)、MoW (モリブデンとタングステンの合金)、NiCr (ニッケルとクロムの合金) などが挙げられる。

【0037】

画素電極 103 は、金属層単独で構成してもよいが、金属層の上に、ITO (酸化インジウム錫) や IZO (酸化インジウム亜鉛) のような金属酸化物からなる層を積層した積

50

層構造としてもよい。

< 隔壁層 >

隔壁層 104 は、画素電極 103 の上面の一部を露出させ、その周辺の領域を被覆した状態で形成されている。

【0038】

画素電極 103 上面において隔壁層 104 で被覆されていない領域（以下、「開口部」という）は、サブピクセルに対応している。

隔壁層 104 は、例えば、絶縁性の有機材料（例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂等）からなる。隔壁層 104 は、発光層 105 を塗布法で形成する場合には塗布されたインクがあふれ出ないようにするための構造物として機能し、発光層 105 を蒸着法で形成する場合には蒸着マスクを載置するための構造物として機能する。

【0039】

< 発光層 >

発光層 105 は、隔壁層 104 の開口部内に形成されており、正孔と電子の再結合により、R、G、Bの各色の光を出射する機能を有する。

発光層 105 の材料としては、公知の材料を利用することができる。具体的には、例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、プタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサnten化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8-ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2-ピピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とIII族金属との錯体、オキシ金属錯体、希土類錯体などの蛍光物質で形成されることが好ましい。

【0040】

< 電子輸送層 >

電子輸送層 106 は、対向電極 107 からの電子を発光層 105 へ輸送する機能を有する。電子輸送層 106 は、例えば、電子輸送性が高い有機材料からなり、具体的には、オキサジアゾール誘導体（OXD）、トリアゾール誘導体（TAZ）、フェナンスロリン誘導体（BCP、Bphen）などの電子系低分子有機材料からなる。電子輸送層 106 は、アルカリ金属、または、アルカリ土類金属から選択されるドープ金属がドープされていてもよい。または、例えば、電子輸送層 106 は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属から選択される金属の単体またはフッ化物から形成されてもよい。

【0041】

< 対向電極 >

対向電極 107 は、透光性の導電性材料からなり、電子輸送層 106 上に形成されている。対向電極 107 は、陰極として機能する。

対向電極 107 の材料としては、例えば、ITOやIZOなどを用いることができる。あるいは、対向電極 107 の材料として、銀、銀合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属の薄膜を用いてもよい。

【0042】

< 封止層 >

封止層 108 は、発光層 105、電子輸送層 106 などの有機層が水分に晒されたり、空気に晒されたりすることを抑制する機能を有する。

10

20

30

40

50

封止層 108 は、それぞれ透光性を有する第 1 封止層 1081、第 2 封止層 1082、第 3 封止層 1083 の 3 層からなる。

【0043】

第 1 封止層 1081 は、窒化シリコン (SiN) の薄膜であって、対向電極 107 の上面を被覆する。

第 2 封止層 1082 は、樹脂からなり第 1 封止層 1081 の上面をその周縁部を除いて被覆する。第 2 封止層 1082 を形成する樹脂材料として、例えば、フッ素系やアクリル系、エポキシ系、シリコン系等の樹脂が使用される。

【0044】

第 3 封止層 1083 も、第 1 封止層 1081 と同様な窒化シリコンの薄膜であって、第 2 封止層 1082 の上面を被覆している。

第 1 封止層 1081 は、周辺領域 20 では、平面視において樹脂材料からなる外側絶縁層 1021 の外周縁の位置 (P1) より外方であって、接続端子 1121 の位置 (P3) まで至らない位置 P2 まで延在し、周辺領域 20 に存する外側絶縁層 1021 の外側端面も含めた表面全部を皮膜する。なお、位置 P2 と P3 の距離は、封止補強層 120 の形成時に接着層 109 が多少染み出しても接続端子 1121 に至らないような距離に設定するのが望ましい (本実施の形態では約 600 μm としている。)。

【0045】

第 2 封止層 1082 は、樹脂材料を第 1 封止層 1081 上に塗布して形成されるが、上記したように周縁溝 1022 と外側絶縁層 1021 により塗り広がりが阻止されるため、その外縁は、外側絶縁層 1021 の頂面上の画像表示領域 10 寄りに位置する。

第 3 封止層 1083 は、外側絶縁層 1021 の外方まで延在しており、その外縁が第 1 封止層 1081 の外縁と一致する。そのため、第 1 と第 3 の封止層 1081、1083 の外縁部は、第 2 封止層 1082 を介せず直接密着する。

【0046】

これにより、基板外方から層間絶縁層 102 および第 2 封止層 1082 へ水分が直接浸入するのを防ぐことができ、封止層 108 の封止性を高めることができる。

<封止補強層>

封止補強層 120 は、上記封止層 108 の有機 EL 表示パネル 100 の封止性を補強するものであり、本実施の形態では、シート状の基材 110 (以下、「シート基材」という。) と、シート基材 110 を封止層 108 上に貼着するための接着層 109 とからなる。

【0047】

シート基材 110 は、有機 EL 表示パネル 100 がトップエミッション型であるため、例えば、透明樹脂フィルムなどの光透過性材料が用いられる。シート基材 110 の下側主面には予め接着層 109 が形成されており、製造工程において上記封止層 108 上に位置合わせして貼着される。

接着層 109 の材料として、例えば、光透過性を有するアクリル系樹脂が使用される。

【0048】

この封止補強層 120 により、外部の水分や空気などが有機 EL 表示パネル 100 内部に侵入するのをさらに防止することができる。

2. 有機 EL 表示パネルの製造方法

有機 EL 表示パネル 100 の製造方法について、図面を用いて説明する。

図 3 は、有機 EL 表示パネル 100 の製造工程を示すフローチャートである。

【0049】

(1) 基板 101 の形成

まず、基材 101a 上に、TFT 層 101b および配線層 112 を形成して基板 101 を形成する (ステップ S1)。TFT 層 101b および配線層 112 は、公知の TFT の製造方法により成膜することができる。

さらに、TFT 層 101b 上にパッシベーション膜 111 を形成する。このパッシベーション膜 111 は、窒化シリコン (SiN)、酸化シリコン (SiO)、酸窒化シリコン

10

20

30

40

50

(SiON)等で形成されており、層間絶縁層102や隔壁層104に含まれる不純物によりTFT層101bや配線層112を保護する。パッシベーション膜111は、たとえばプラズマCVD法もしくはスパッタリング法などにより形成される。

【0050】

上記パッシベーション膜111上に層間絶縁層102を形成する。層間絶縁層102は、例えば、プラズマCVD法、スパッタリング法などを用いて形成することができる。

次に、層間絶縁層102における、TFT層101bのソース電極上の個所にドライエッチング法を行い、コンタクトホールを形成する。コンタクトホールは、その底部に例えばTFTのソース電極の表面が露出するように形成される。

【0051】

また、同様にドライエッチング法により層間絶縁層102の周縁部に周縁溝1022を形成して、層間絶縁層102を外側絶縁層1021と内側絶縁層1023に分離する。周縁溝1022の底には層間絶縁層102はなく、パッシベーション膜111の上面が露出するまでドライエッチングされる。

次に、コンタクトホールの内壁に沿って接続電極103aを形成する。接続電極の上部は、その一部が層間絶縁層102、パッシベーション膜111上に配される。接続電極の形成は、例えば、スパッタリング法を用いることができ、金属膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法およびウェットエッチング法を用いパターニングすることでなされる。

【0052】

接続端子1121も、上記と同様な方法により形成されてもよい。すなわち、パッシベーション膜111の周辺領域20における所定箇所にドライエッチングにより開口を形成し、スパッタリング等により金属膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法およびウェットエッチング法を用いパターニングすることで、下層の配線層112における配線と接続された接続端子1121をパッシベーション膜111表面に形成することができる。

【0053】

なお、層間絶縁層102は、公知のフォトレジスト法により形成しても構わない。

(2)画素電極103の形成

次に、層間絶縁層102上に画素電極材料層を形成する。画素電極材料層は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法を用いて形成することができる。

次に、画素電極材料層をエッチングによりパターニングして、サブピクセルごとに区画された複数の画素電極103を形成する(ステップS2)。

【0054】

(3)隔壁層(バンク)104の形成

次に、画素電極103および層間絶縁層102上に、隔壁層104の材料である隔壁層用樹脂を塗布し、隔壁材料層を形成する。

隔壁材料層は、隔壁層用樹脂であるフェノール樹脂を溶媒(例えば、乳酸エチルとGBLの混合溶媒)に溶解させた溶液を画素電極103上および層間絶縁層102上にスピンコート法などを用いて一様に塗布することにより形成される。そして、隔壁材料層にパターン露光と現像を行うことで隔壁層(バンク)104を形成し(ステップS3)、隔壁層104を焼成する(ステップS4)。これにより、発光層105の形成領域となる開口部が規定される。隔壁層104の焼成は、例えば、150以上210以下の温度で60分間行う。

【0055】

また、隔壁層104の形成工程においては、さらに、隔壁層104の表面を所定のアルカリ性溶液や水、有機溶媒等によって表面処理するか、プラズマ処理を施すこととしてもよい。これは、開口部に塗布するインク(溶液)に対する隔壁層104の接触角を調節する目的で、もしくは、表面に撥水性を付与する目的で行われる。

(4)発光層105の形成

次に、隔壁層104が規定する開口部に対し、発光層105の構成材料を含むインクを、インクジェット装置を用いて塗布し、乾燥(焼成)を行って発光層105を形成する(

10

20

30

40

50

ステップS5)。その他の塗布方法として、ディスペンス法、スクリーン印刷法などがある。

【0056】

(5) 電子輸送層106の形成

次に、発光層105および隔壁層104上に、電子輸送層106を成膜する(ステップS6)。電子輸送層106は、例えば、蒸着法により各サブピクセルに共通して成膜することにより形成される。

(6) 対向電極107の形成

次に、電子輸送層106上に、対向電極107を成膜する(ステップS7)。対向電極107は、例えば、ITO、IZO、銀、アルミニウム等を、スパッタリング法、真空蒸着法により成膜することにより形成される。

10

【0057】

(7) 封止層108の形成

対向電極107上に、封止層108を形成する(ステップS8)。

まず、SiNからなる第1封止層1081を、例えばプラズマCVD法により成膜することにより形成する(図4(a))。原料ガスとしては、例えば、シラン(SiH₄)とアンモニア(NH₃)が用いられ、さらに、窒素(N₂)を用いてもよい。

【0058】

第1封止層1081の外縁は、周辺領域20における外側絶縁層1021の端縁よりも外方の位置まで伸びる。このとき、第1封止層1081は、周縁溝1022の底の部分および外側絶縁層1021の外方部分において、パッシベーション膜111に直接接触している。

20

次に、第2封止層1082を、樹脂材料を第1封止層1081上にインクジェット装置のヘッド部200のノズル2010から吐出することにより形成し(図4(b))、これを硬化させる。例えば、これらの樹脂材料が熱硬化性を有すれば加熱し、これらの樹脂材料が紫外線硬化性を有すれば紫外線を照射することにより硬化させることができる。

【0059】

なお、樹脂材料を塗布する方法としては、上記のインクジェット法以外にスクリーン印刷法やディスペンス法などを用いることができる。

第3封止層1083が、第1封止層1081と同一の成膜条件により、第2封止層1082上に形成される(図4(c))。

30

上述の通り、周縁溝1022と外側絶縁層1021による堰き止め作用により、第2封止層1082の外縁は、外側絶縁層1021の上方に位置しており、第1封止層1081と第3封止層1083は、平面視において外側絶縁層1021の外方まで延在するため、第1封止層1081と第3封止層1083はその外縁部において第2封止層1082を介さずに直接積層される。第2封止層1082の樹脂が外部に露出するおそれがないので、大気中の水分などが、第2封止層1082内に浸入しにくい。

【0060】

(8) シート基材110の貼着(封止補強層120の形成)

本実施の形態では、シート基材110は、透明な樹脂フィルムを予め設計されたサイズに裁断してなり、その一方の主面に粘着剤が一面に塗布されて接着層109が形成されている。

40

このシート基材110を接着層109の塗布された面を下にして、封止層108上に位置決めして載置し、例えば、真空圧着法により圧着する(ステップS9。図5(a))。

【0061】

このとき、真空圧着と並行して、あるいは、真空圧着の後に、接着層109を硬化させるための処理を実施する。例えば、これらの材料が熱硬化性を有すれば加熱し、これらの材料が紫外線硬化性を有すれば紫外線を照射する。これにより封止補強層120が形成される。

(9) 封止層108周縁部の除去

50

最後に、周辺領域 20 上にある封止層 108 の周縁部における接着層 109 より外側の部分を、反応性イオンエッチング法 (RIE) により除去する (ステップ S10)。

【0062】

反応性イオンエッチングの反応ガスとして、本実施の形態では、 SF_6 (6フッ化硫黄) と O_2 を使用し、窒化シリコンからなる第1封止層 1081 および第3封止層 1083 を選択的にエッチングする。この際、接着層 109 および/またはシート基材 110 がエッチングマスクの役目を果たすので、別途エッチングマスクを形成する必要がなく、また反応後の物質は主に気体 (SiF_4 : 4フッ化シリコン) となるので、処理後の洗浄が不要となり、製造コストが削減できる。

【0063】

また、上記反応ガスとして、 CF_4 や Ar でも使用可能である。

以上の工程を経て、図2に示す積層構造を有する有機EL表示パネル100が完成する。

4. 効果

上記第1の実施の形態によれば、次のような効果が得られる。

【0064】

(1) 水分を吸着しない無機材料からなる第1封止層 1081、第3封止層 1083 により、樹脂からなり水分を吸着しやすい性質を有する層間絶縁層 102 を、その外側端面まで被覆することにより、基板 101 に沿った方向から水分が浸入することを効果的に防止できる。

(2) 層間絶縁層 102 が周縁溝 1022 により外側絶縁層 1021 と内側絶縁層 1023 に完全に分離されており、周縁溝 1022 の内側面および底部が第1封止層 1081 により皮膜されているため、たとえ、外側絶縁層 1021 内に水分が浸入したとしても、周縁溝 1022 および第1封止層 1081 により遮断されて、内側絶縁層 1023 まで浸入しにくい。

【0065】

(3) 接着層 109 が、第1封止層 1081、第3封止層 1083 の外周縁まで延在して、上から覆っているため、第1封止層 1081、第3封止層 1083 にもピンホールなどの封止欠陥があったとしても、接着層 109 により水分が直接それらに接触することが抑制されるので封止性が向上する。

(4) 同じく、接着層 109 が、第1封止層 1081、第3封止層 1083 の外周縁まで延在して、上から覆っているため、第1封止層 1081、第3封止層 1083 の密着性が維持され、その界面から水分が浸入するおそれがないという効果も得られる。

【0066】

(5) また、製造工程において、第1封止層 1081、第3封止層 1083 の外周部の不要な部分をイオン性反応エッチング法で除去する場合に、上記接着層 109 をエッチングマスクとすることができるので、新たにエッチングマスクを作成する必要がなく、製造コストを低減することができる。

第2の実施の形態

1. 封止構造の概要

第2の実施の形態は、上記第1の実施の形態と、有機EL表示パネル100の封止構造のうち封止補強層120の構成が異なるだけであり、それ以外は第1の実施の形態と同じなので、以下では、第2の実施の形態特有の構成を中心に説明する。

【0067】

図6は、本実施の形態に係る有機EL表示パネル100の積層構造を示す概略断面図である。同図に示すように封止補強層120は、シート基材110と接着層109およびシート基材110と接着層109の端面を被覆すると共に第3封止層1083の上面に密着した保護構造体113とからなる。保護構造体113は、接着層109、シート基材110の端縁を保護しつつ密閉性を向上させるものであって、平面視においては、保護構造体113はシート基材110の外周に沿った枠状に形成される。

10

20

30

40

50

【0068】

この保護構造体113は、周辺領域20に位置するため透光性は要求されないが、反応性イオンエッチングに対して耐性を有する樹脂材料、例えば、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂などであって、できれば接着層109に使用した材料よりも吸水性が少ない材料が選択されるのが望ましい。

【0069】

このような構成を有することにより、接着層109の端縁からの水分の浸入をより効果的に防止して封止性をさらに向上し、表示領域10における有機EL素子の劣化を防止することができる。

10

2. 製造方法

次に、第2の実施の形態に係る有機EL表示パネル100の製造方法について、図面を用いて説明する。

【0070】

図7は、本実施の形態に係る有機EL表示パネル100の製造工程を示すフローチャートである。図3の製造工程と異なるのは、ステップS9のシート基材の貼着工程とステップS10の封止層周縁部除去工程の間に、ステップS91の保護構造体の形成工程が挿入されている点である。

すなわち、ステップS9において、第1の実施の形態の場合よりも一回り小さなシート基材110を接着層109を介して封止層108上に貼着し(図8(a))、ステップS91において、未硬化状態の樹脂材料を接着層109の周縁に接する位置にインクジェット装置のヘッド部200のノズル2010から吐出し(図8(b))、これを硬化させる。例えば、これらの樹脂材料が熱硬化性を有すれば加熱し、これらの樹脂材料が紫外線硬化性を有すれば紫外線を照射することにより硬化させることができる。

20

【0071】

この保護構造体113の樹脂材料の塗布時の粘度は、第2封止層1082の樹脂材料の塗布時の粘度よりも高いものが使用され、塗布後直ぐに硬化させることにより形が崩れないようになっている。

なお、樹脂材料を塗布する方法としては、上記のインクジェット法以外にスクリーン印刷法やディスペンス法などを用いることができる。

30

【0072】

そして、最後に、周辺領域20上にある封止層108の周縁部における保護構造体113より外側の部分を、反応性イオンエッチング法により除去する(ステップS10、図8(c))。

この際、封止補強層120がエッチングマスクの役目を果たすので、別途エッチングマスクを形成する必要がなく、また反応後の物質は主に気体となるので、処理後の洗浄が不要となり、製造コストが削減できる。

【0073】

上記工程を経て、図6に示す積層構造を有する有機EL表示パネル100が完成する。

3. 効果

上記第2の実施の形態に係る有機EL表示パネル100によれば、第1の実施の形態における効果に加えて、接着層109、シート基材110の端縁を別の保護構造体113で封止することによって、封止性を一層増すことができ、画像表示領域10における有機EL素子の劣化をより効果的に防止することができる。

40

【0074】

変形例

以上で説明した実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、工程、工程の順序などは一例であって、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

50

【0075】

以下、有機EL表示パネルの変形例について説明する。

(1) 上記実施の形態では、発光層の形成方法としては、スクリーン印刷法、スピニング法、インクジェット法などの湿式成膜プロセスを用いる構成であったが、本発明はこれに限られない。例えば、真空蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、イオンプレーティング法、気相成長法等の乾式成膜プロセスを用いることもできる。さらに、各構成部位の材料には、公知の材料を適宜採用することができる。

【0076】

(2) 上記実施の形態では、第1封止層1081の成膜条件および組成と第3封止層1081の成膜条件および組成は同一であるとしたが、必ずしも完全に一致する必要はなく、当業者により適宜変更されてよい。

また、一般的に無機材料は樹脂よりも水分を吸収しにくい特性を有するので、第1封止層1081、第3封止層1083の材料として、上述の窒化シリコン(SiN)のほかに、他の適当な無機材料(例えば、酸窒化シリコン(SiON)、炭化シリコン(SiC)等)を使用してもよい。

【0077】

(3) 上記実施の形態では、封止層108の上に透明な樹脂フィルムからなるシート基材110を貼着することにより、封止性をより向上させていたが、シート基材110として樹脂材料からなる公知の偏光板フィルムを用いてもよい(例えば、特開平7-142170号公報、特開2001-4837号公報など参照)。

上記偏光板フィルムは、外部から入射して有機EL表示パネル100内部(特に、画素電極103)で反射した光を外部に透過させにくくするので、屋外などにおける有機EL表示パネル100の視認性を増すことができる。

【0078】

また、上記実施の形態では、発光層105としてR、G、Bの個別の発光色を有する有機材料を用いたが、白色のみ発光する有機材料を使用し、シート基材110としてR、G、Bのフィルターを配列した公知のカラーフィルタ基板を用いてもよい。

(4) 上記実施の形態のように、基材101aが樹脂からなるフレキシブル基板である場合には、基材101aとTFE層101bとの間に、実施の形態に係る第1封止層1081や第3封止層1083と同様な封止膜を備える構成としてもよい。本構成により、基板側からの水分の侵入を抑止することができる。

【0079】

(5) 上記実施の形態では、各有機EL素子が、画素電極、発光層、電子輸送層、対向電極からなる構成であるとしたが、例えば、画素電極と発光層との間に正孔注入層や正孔輸送層を含む構成であってもよいし、電子輸送層と対向電極との間に電子注入層を含む構成であってもよい。

また、上記実施の形態では、画素電極が反射型電極、対向電極が透過型電極であるトップエミッション型であるとしたが、画素電極が透過型電極、対向電極が反射型電極であるボトムエミッション型であるとしてもよい。

【0080】

(6) 上記実施の形態では、図2、図6に示すように第1封止層1081と第3封止層1083のいずれの端縁が位置P2まで延びて、双方で外側絶縁層1021の頂部および外側の側面を覆うように構成したが、第1と第3の封止層のうち少なくとも一方の封止層が、外側絶縁層1021の頂部および外側の側面を覆うようにすれば、外側絶縁層1021内に外部から容易に水分が浸入しないようにすることができる。

【0081】

(7) また、上記実施の形態では、シート基材110と接着層109は端縁が一致して同サイズであるとしたが、必ずしもその必要はなく、多少であれば、シート基材110の端縁が接着層109の端縁より外方に突出していてもよく、反対に、シート基材110の端縁が接着層109の端縁より内側に後退していても構わない。

10

20

30

40

50

(8) また、接着層 109 の端縁の位置を図 2、図 6 のように第 1 封止層 1081、第 3 封止層 1083 の端縁の位置 P2 に完全に一致させる必要はなく、その位置が多少異なっているとしても、接着層 109 の下端が、第 1 封止層 1081 と第 3 封止層 1083 が直接接触している部分を少しの部分でも押える位置にあれば、多少なりとも第 1 封止層 1081 と第 3 封止層 1083 の剥離を抑制する効果が得られると考えられる。

【0082】

補足

以上、本開示に係る有機 EL 表示パネルおよびその製造方法について、実施の形態および変形例に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態および変形例に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形態および変形例における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

10

【産業上の利用可能性】

【0083】

本開示に係る有機 EL 表示パネルは、可撓性を有しながら良好な封止性を有する有機 EL 表示パネルとして好適である。

【符号の説明】

【0084】

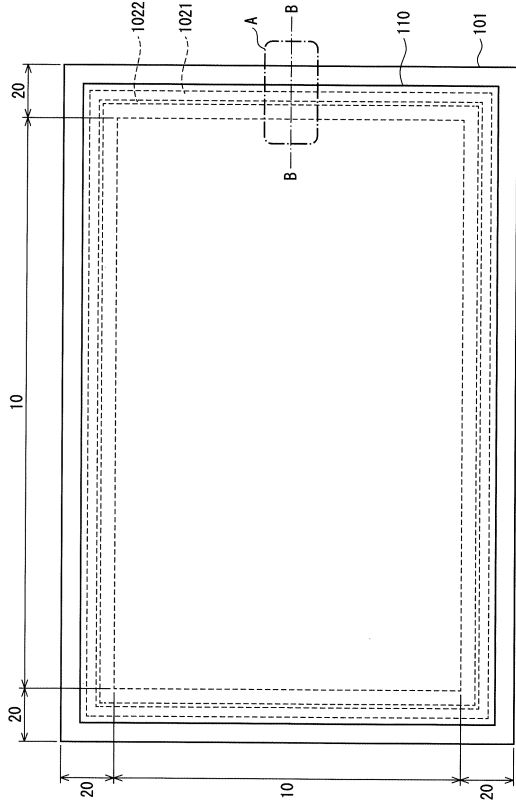
- 10 表示領域
- 20 周辺領域
- 100 有機 EL 表示パネル
- 101 基板
- 101a 基材
- 101b TFT 層
- 102 層間絶縁層 (絶縁樹脂層)
- 1021 外側絶縁層
- 1022 周縁溝
- 1023 内側絶縁層
- 103 画素電極
- 104 隔壁層
- 105 発光層
- 106 電子輸送層
- 107 対向電極
- 108 封止層
- 1081 第 1 封止層
- 1082 第 2 封止層
- 1083 第 3 封止層
- 109 接着層
- 110 シート基材
- 111 パッシベーション膜
- 112 配線層
- 1121 接続端子
- 113 保護構造体
- 120 封止補強層

20

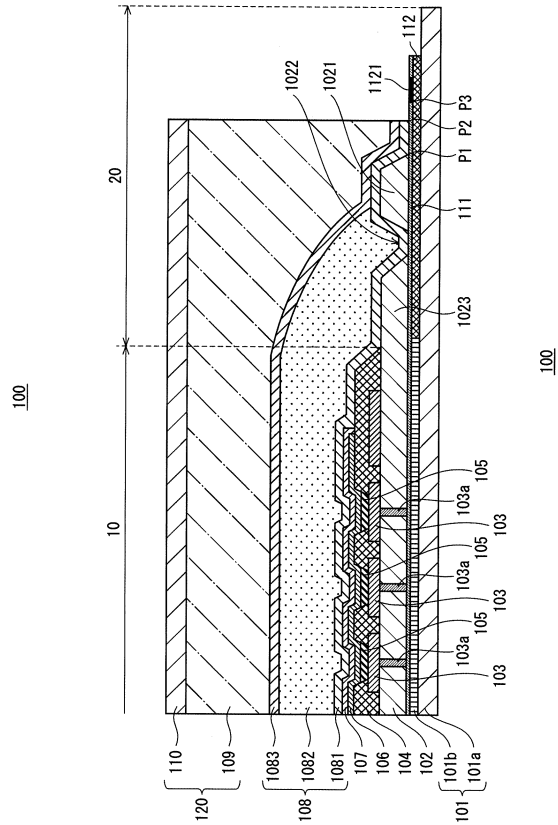
30

40

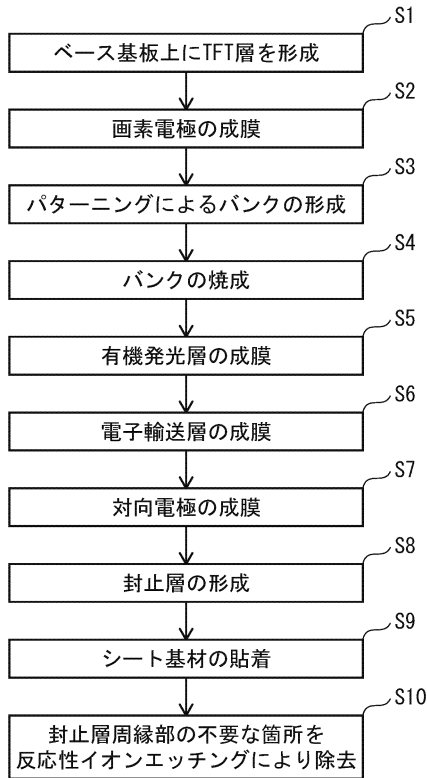
【図1】



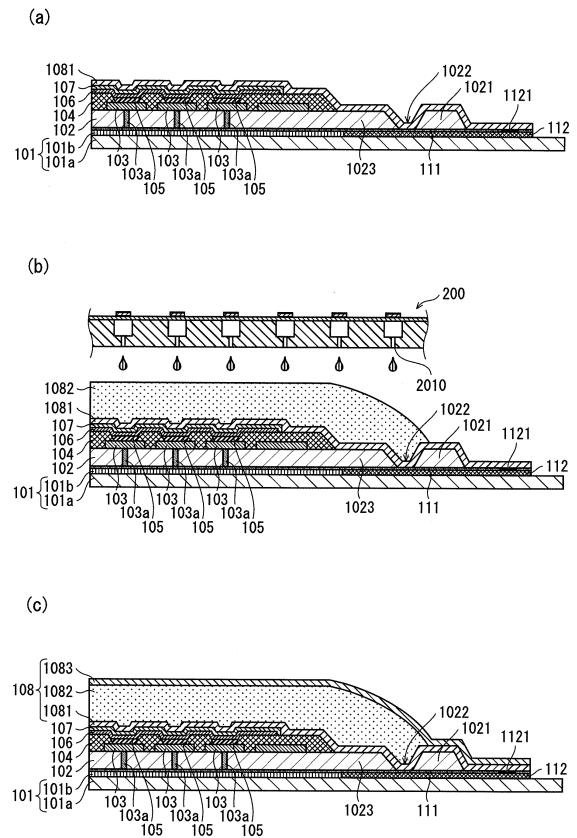
【図2】



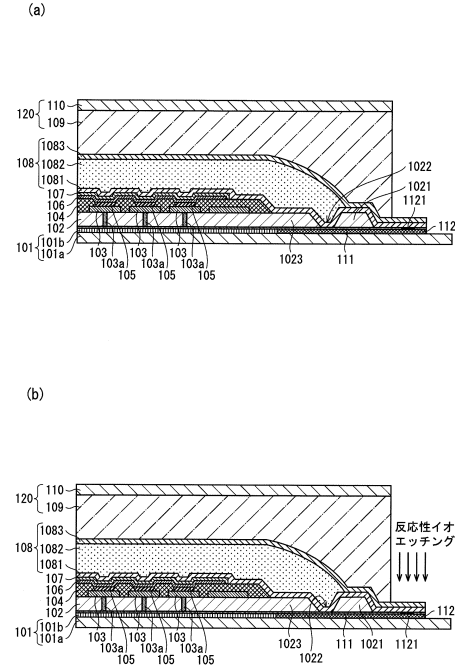
【図3】



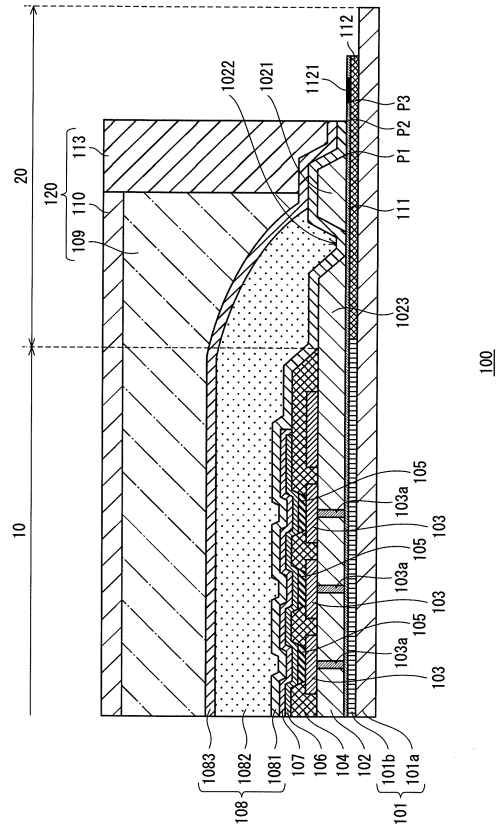
【図4】



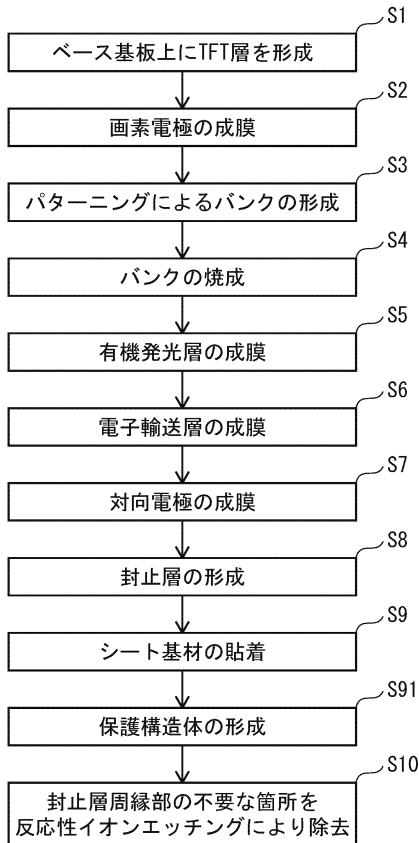
【図5】



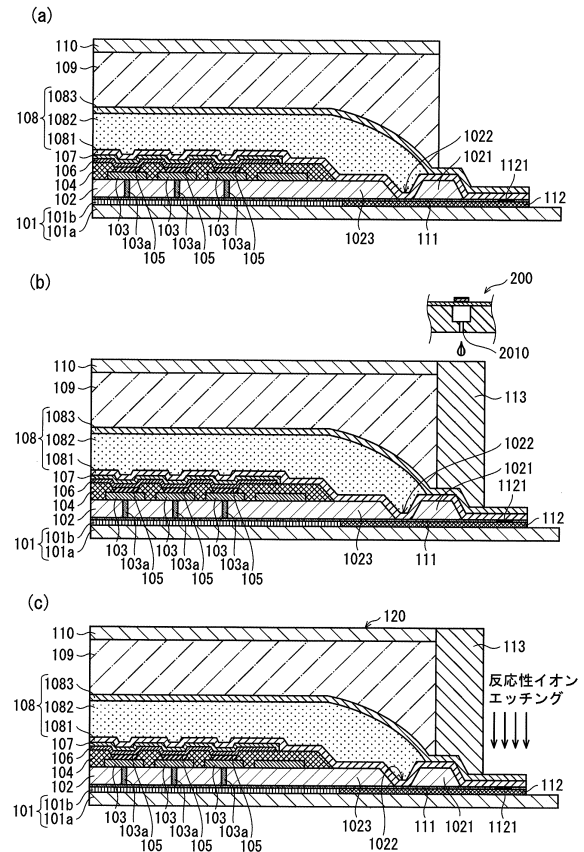
【図6】



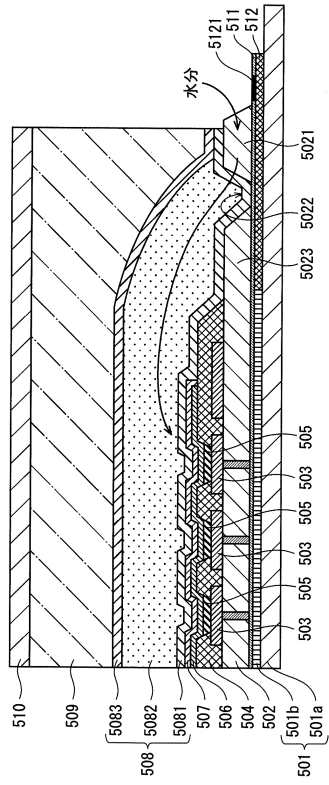
【図7】



【図8】



【図9】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>G 0 9 F</i>	<i>9/30</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 9 F</i>	<i>9/30</i>	<i>3 0 9</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 6 5</i>
			<i>G 0 9 F</i>	<i>9/00</i>	<i>3 3 8</i>

(56)参考文献 特開2009-176756(JP,A)
 特開2014-044793(JP,A)
 特開2016-072127(JP,A)
 特開2011-210540(JP,A)
 特開2017-152256(JP,A)
 特開2017-084776(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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