

11: 基板
16: 保護膜
16a, 16b: 絶縁膜

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

以下の工程を含む、有機 E L 素子を有する表示装置の製造方法：

(a) フレキシブル基板上に前記有機 E L 素子を形成する工程；

(b) 前記有機 E L 素子を覆うように、無機絶縁材料からなる保護膜を形成する工程；

ここで、前記 (b) 工程は、

(c) 前記有機 E L 素子を覆うように、第 1 絶縁膜をリモートプラズマ A L D 法を用いて形成する工程、

(d) 前記第 1 絶縁膜上に、第 2 絶縁膜をダイレクトプラズマ A L D 法を用いて形成する工程、

を有し、

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜からなる積層膜により、前記保護膜が形成され、前記第 1 絶縁膜と前記第 2 絶縁膜とは、構成元素が互いに同じである。

10

【請求項 2】

前記第 2 絶縁膜の厚さは、前記第 1 絶縁膜の厚さよりも厚い、請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 3】

前記第 1 絶縁膜の厚さは、10 nm 以上である、請求項 2 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 4】

前記第 1 絶縁膜の厚さは、20 nm 以下である、請求項 3 記載の表示装置の製造方法。

20

【請求項 5】

前記保護膜の厚さは、100 nm 以下である、請求項 4 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸窒化アルミニウムまたは窒化アルミニウムからなる、請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 7】

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は、酸化アルミニウムまたは酸化シリコンからなる、請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

30

【請求項 8】

前記 (b) 工程では、前記有機 E L 素子が形成された前記フレキシブル基板が成膜装置のチャンバ内に配置された状態で、前記保護膜が形成され、

前記 (c) 工程では、

(c 1) 前記チャンバ内に第 1 原料ガスを供給する工程、

(c 2) 前記 (c 1) 工程後、前記チャンバ内に第 1 パージガスを供給する工程、

(c 3) 前記 (c 2) 工程後、前記チャンバ外のプラズマ生成部で第 1 反応ガスのプラズマを生成し、前記プラズマ生成部で生成された前記第 1 反応ガスのプラズマを、前記チャンバ内に供給する工程、

(c 4) 前記 (c 3) 工程後、前記チャンバ内に第 2 パージガスを供給する工程、

を複数サイクル繰り返すことにより、前記第 1 絶縁膜が形成され、

40

前記 (d) 工程では、

(d 1) 前記チャンバ内に第 2 原料ガスを供給する工程、

(d 2) 前記 (d 1) 工程後、前記チャンバ内に第 3 パージガスを供給する工程、

(d 3) 前記 (d 2) 工程後、前記チャンバ内に第 2 反応ガスを供給し、前記チャンバ内で前記第 2 反応ガスのプラズマを生成する工程、

(d 4) 前記 (d 3) 工程後、前記チャンバ内に第 4 パージガスを供給する工程、

を複数サイクル繰り返すことにより、前記第 2 絶縁膜が形成される、請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 9】

前記第 1 原料ガスと前記第 2 原料ガスとは、互いに同じであり、

50

前記第 1 反応ガスと前記第 2 反応ガスとは、互いに同じである、請求項 8 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 10】

前記 (b) 工程では、前記有機 EL 素子が形成された前記フレキシブル基板が、前記チャンパ内の第 1 電極と第 2 電極との間に配置された状態で、前記保護膜が形成され、

前記 (d3) 工程では、前記第 1 電極と第 2 電極との間に高周波電力が印加されることにより、前記第 2 反応ガスのプラズマが生成され、

前記 (c3) 工程では、前記第 1 電極と第 2 電極との間には、高周波電力は印加されない、請求項 8 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 11】

10

前記 (b) 工程後に、

(e) 前記保護膜上に、樹脂膜を形成する工程、
を更に有する、請求項 1 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 12】

フレキシブル基板と、

前記フレキシブル基板上に形成された有機 EL 素子と、

前記有機 EL 素子を覆うように形成された、無機絶縁材料からなる保護膜と、
を有する表示装置であって、

前記保護膜は、リモートプラズマ ALD 法により形成された第 1 絶縁膜と、前記第 1 絶縁膜上にダイレクトプラズマ ALD 法により形成された第 2 絶縁膜との積層膜からなり、
前記第 1 絶縁膜と前記第 2 絶縁膜とは、構成元素が互いに同じである、表示装置。

20

【請求項 13】

前記第 2 絶縁膜の厚さは、前記第 1 絶縁膜の厚さよりも厚い、請求項 12 記載の表示装置。

【請求項 14】

前記第 1 絶縁膜の厚さは、10nm 以上である、請求項 13 記載の表示装置。

【請求項 15】

前記第 1 絶縁膜の厚さは、20nm 以下である、請求項 14 記載の表示装置。

【請求項 16】

前記保護膜の厚さは、100nm 以下である、請求項 15 記載の表示装置。

30

【請求項 17】

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸窒化アルミニウムまたは窒化アルミニウムからなる、請求項 12 記載の表示装置。

【請求項 18】

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は、酸化アルミニウムまたは酸化シリコンからなる、請求項 12 記載の表示装置。

【請求項 19】

前記保護膜上に形成された樹脂膜を更に有する、請求項 12 記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置の製造方法および表示装置に関し、例えば、有機 EL 表示装置の製造方法および有機 EL 表示装置に好適に利用できるものである。

【背景技術】

【0002】

発光素子として、エレクトロルミネッセンスを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子 (organic electroluminescence device) の開発が進められている。なお、有機エレクトロルミネッセンス素子は、有機 EL 素子と称される。エレクトロルミネッセンスとは、物質に電圧を印加した際に発光する現象であり、特に、このエレクトロルミネッセンス

50

を有機物質で生じさせる素子を有機ＥＬ素子（有機エレクトロルミネッセンス素子）と呼ぶ。有機ＥＬ素子は、電流注入型デバイスであり、かつ、ダイオード特性を示すため、有機発光ダイオード（Organic Light Emitting Diode：ＯＬＥＤ）とも呼ばれる。

【０００３】

特開２０１５－２０６０７６号（特許文献１）には、ＣＶＤ法によって封止膜を形成する技術が記載されている。特開２００３－１６３０８２号公報（特許文献２）には、リモートプラズマＣＶＤに関する技術が記載されている。国際公開第２０１３／１５１０９５号（特許文献３）には、プラズマＣＶＤ法を用いて保護膜を形成する技術が記載されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１５－２０６０７６号公報

【特許文献２】特開２００３－１６３０８２号公報

【特許文献３】国際公開第２０１３／１５１０９５号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

有機ＥＬ素子は、水分に弱いため、有機ＥＬ素子を覆うように保護膜を形成して、有機ＥＬ素子への水分の伝達を防ぐことが望ましい。このため、有機ＥＬ素子を用いた表示装置においても、保護膜が使用される。そのような保護膜を用いた表示装置において、信頼性を向上させることが望まれる。

20

【０００６】

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

一実施の形態によれば、有機ＥＬ素子を有する表示装置の製造方法は、（ａ）フレキシブル基板上に前記有機ＥＬ素子を形成する工程、（ｂ）前記有機ＥＬ素子を覆うように、無機絶縁材料からなる保護膜を形成する工程、を含む。前記（ｂ）工程は、（ｃ）前記有機ＥＬ素子を覆うように、第１絶縁膜をリモートプラズマＡＬＤ法を用いて形成する工程、（ｄ）前記第１絶縁膜上に、第２絶縁膜をダイレクトプラズマＡＬＤ法を用いて形成する工程、を有する。前記第１絶縁膜および前記第２絶縁膜からなる積層膜により、前記保護膜が形成され、前記第１絶縁膜と前記第２絶縁膜とは、構成元素が互いに同じである。

30

【発明の効果】

【０００８】

一実施の形態によれば、有機ＥＬ素子を有する表示装置の信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【０００９】

【図１】一実施の形態の表示装置の全体構成を示す平面図である。

【図２】一実施の形態の表示装置の要部平面図である。

【図３】一実施の形態の表示装置の要部断面図である。

【図４】表示装置の基板としてフレキシブル基板を用い、そのフレキシブル基板（表示装置）を折り曲げた場合を模式的に示す断面図である。

【図５】一実施の形態の表示装置の製造工程を示す工程フロー図である。

【図６】一実施の形態の表示装置の製造工程のうちの、保護膜形成工程を示す工程フロー図である。

【図７】一実施の形態の表示装置の製造工程中の要部断面図である。

50

【図 8】図 7 に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【図 9】図 8 に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【図 10】図 9 に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【図 11】図 10 に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【図 12】図 11 に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【図 13】図 12 に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【図 14】保護膜形成用の成膜装置の一例を示す説明図である。

【図 15】リモートプラズマ A L D を用いた絶縁膜の形成工程を示す、工程フロー図である。

【図 16】ダイレクトプラズマ A L D 法を用いた絶縁膜の形成工程を示す、工程フロー図である。 10

【図 17】パーティクルの付着に関連する課題を説明する説明図である。

【図 18】パーティクルの付着に関連する課題を説明する説明図である。

【図 19】パーティクルの付着に関連する課題を説明する説明図である。

【図 20】第 1 検討例の表示装置の要部断面図である。

【図 21】第 2 検討例の表示装置の要部断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。 20

【0011】

（実施の形態）

< 表示装置の全体構成について >

本実施の形態の表示装置は、有機 E L 素子を利用した有機 E L 表示装置（有機エレクトロルミネッセンス表示装置）である。本実施の形態の表示装置を、図面を参照して説明する。

【0012】

図 1 は、本実施の形態の表示装置 1 の全体構成を示す平面図である。 30

【0013】

図 1 に示される表示装置 1 は、表示部 2 と、回路部 3 とを有している。表示部 2 には、複数の画素がアレイ状に配列されており、画像の表示を可能としている。回路部 3 には、必要に応じて種々の回路が形成されており、例えば、駆動回路または制御回路などが形成されている。回路部 3 内の回路は、必要に応じて、表示部 2 の画素に接続されている。回路部 3 は、表示装置 1 の外部に設けることもできる。表示装置 1 の平面形状は、種々の形状を採用できるが、例えば矩形状である。

【0014】

図 2 は、表示装置 1 の要部平面図であり、図 3 は、表示装置 1 の要部断面図である。図 2 には、表示装置 1 の表示部 2 の一部（図 1 に示される領域 4 ）を拡大して示してある。図 3 は、図 2 の A 1 - A 1 線の位置での断面図にほぼ対応している。 40

【0015】

表示装置 1 のベースを構成する基板 11 は、絶縁性を有している。また、基板 11 は、フレキシブル基板（フィルム基板）であり、可撓性を有している。このため、基板 11 は、絶縁性を有するフレキシブル基板、すなわちフレキシブル絶縁基板である。基板 11 は、更に透光性を有する場合もあり得る。基板 11 として、例えばフィルム状のプラスチック基板（プラスチックフィルム）を用いることができる。基板 11 は、図 1 の表示装置 1 の平面全体に存在しており、表示装置 1 の最下層を構成している。このため、基板 11 の平面形状は、表示装置 1 の平面形状とほぼ同じであり、種々の形状を採用できるが、例えば矩形状とすることができる。なお、基板 11 の互いに反対側に位置する 2 つの主面のう 50

ち、有機ＥＬ素子が配置される側の主面、すなわち後述のパッシベーション膜１２、電極層１３、有機層１４、電極層１５および保護膜１６を形成する側の主面を、基板１１の上面と称することとする。また、基板１１における上面とは反対側の主面を、基板１１の下面と称することとする。

【００１６】

基板１１の上面上には、パッシベーション膜（パッシベーション層）１２が形成されている。パッシベーション膜１２は、絶縁材料（絶縁膜）からなり、例えば酸化シリコン膜からなる。パッシベーション膜１２は、形成しない場合もあり得るが、形成した方がより好ましい。パッシベーション膜１２は、基板１１の上面のほぼ全体にわたって形成することができる。

10

【００１７】

パッシベーション膜１２は、基板１１側から有機ＥＬ素子（特に有機層１４）への水分の伝達を防止（遮断）する機能を有している。このため、パッシベーション膜１２は、有機ＥＬ素子の下側の保護膜として機能することができる。一方、保護膜１６は、有機ＥＬ素子の上側の保護膜として機能することができ、上側から有機ＥＬ素子（特に有機層１４）への水分の伝達を防止（遮断）する機能を有している。

【００１８】

基板１１の上面上には、パッシベーション膜１２を介して、有機ＥＬ素子が形成されている。有機ＥＬ素子は、電極層１３と有機層１４と電極層１５とからなる。つまり、基板１１上のパッシベーション膜１２上には、電極層１３と有機層１４と電極層１５とが、下から順に形成（積層）されており、これら電極層１３と有機層１４と電極層１５とにより、有機ＥＬ素子が形成されている。

20

【００１９】

電極層１３は、下部電極層であり、電極層１５は、上部電極層である。電極層１３は、陽極および陰極のうちの一方を構成し、電極層１５は、陽極および陰極のうちの他方を構成する。すなわち、電極層１３が陽極（陽極層）の場合は、電極層１５は陰極（陰極層）であり、電極層１３が陰極（陰極層）の場合は、電極層１５は陽極（陽極層）である。電極層１３および電極層１５は、それぞれ導電膜からなる。

【００２０】

電極層１３および電極層１５のうちの一方は、反射電極として機能できるように、アルミニウム（Ａｌ）膜などの金属膜により形成することが好ましく、また、電極層１３および電極層１５のうちの他方は、透明電極として機能できるように、ＩＴＯ（インジウムスズオキサイド）などからなる透明導体膜により形成することが好ましい。基板１１の下面側から光を取出す、いわゆるボトムエミッション方式を採用する場合は、電極層１３を透明電極とすることができ、基板１１の上面側から光を取出す、いわゆるトップエミッション方式を採用する場合は、電極層１５を透明電極とすることができる。また、ボトムエミッション方式を採用する場合は、基板１１として透光性を有する透明基板（透明フレキシブル基板）を用いることができる。

30

【００２１】

基板１１上のパッシベーション膜１２上に電極層１３が形成され、電極層１３上に有機層１４が形成され、有機層１４上に電極層１５が形成されているため、電極層１３と電極層１５との間には、有機層１４が介在している。

40

【００２２】

有機層１４は、少なくとも有機発光層を含んでいる。有機層１４は、有機発光層以外にも、ホール輸送層、ホール注入層、電子輸送層および電子注入層のうちの任意の層を、必要に応じて更に含むことができる。このため、有機層１４は、例えば、有機発光層の単層構造、ホール輸送層と有機発光層と電子輸送層との積層構造、あるいは、ホール注入層とホール輸送層と有機発光層と電子輸送層と電子注入層との積層構造などを有することができる。

【００２３】

50

電極層 1 3 は、例えば、X 方向に延在するストライプ状のパターンを有している。すなわち、電極層 1 3 は、X 方向に延在するライン状の電極（電極パターン）1 3 a が、Y 方向に所定の間隔で複数配列した構成を有している。電極層 1 5 は、例えば、Y 方向に延在するストライプ状のパターンを有している。すなわち、電極層 1 5 は、Y 方向に延在するライン状の電極（電極パターン）1 5 a が、X 方向に所定の間隔で複数配列した構成を有している。つまり、電極層 1 3 は、X 方向に延在するストライプ状の電極群からなり、電極層 1 5 は、Y 方向に延在するストライプ状の電極群からなる。ここで、X 方向と Y 方向とは、互いに交差する方向であり、より特定的には、互いに直交する方向である。また、X 方向および Y 方向は、基板 1 1 の上面に略平行な方向でもある。

【0024】

電極層 1 5 を構成する各電極 1 5 a の延在方向は Y 方向であり、電極層 1 3 を構成する各電極 1 3 a の延在方向は X 方向であるため、電極 1 5 a と電極 1 3 a とは、平面視において互いに交差している。なお、平面視とは、基板 1 1 の上面に略平行な平面で見た場合を言うものとする。電極 1 5 a と電極 1 3 a との各交差部においては、電極 1 5 a と電極 1 3 a とで有機層 1 4 が上下に挟まれた構造を有している。このため、電極 1 5 a と電極 1 3 a との各交差部に、電極 1 3 a と電極 1 5 a と電極 1 3 a , 1 5 a 間の有機層 1 4 とで構成される有機 E L 素子（画素を構成する有機 E L 素子）が形成され、その有機 E L 素子により画素が形成される。電極 1 5 a と電極 1 3 a との間に所定の電圧が印加されることで、その電極 1 5 a , 電極 1 3 a 間に挟まれた部分の有機層 1 4 中の有機発光層が発光することができる。すなわち、各画素を構成する有機 E L 素子が発光することができる。電極 1 5 a が、有機 E L 素子の上部電極（陽極または陰極の一方）として機能し、電極 1 3 a が、有機 E L 素子の下部電極（陽極または陰極の他方）として機能する。

【0025】

なお、有機層 1 4 は、表示部 2 全体にわたって形成することもできるが、電極層 1 3 と同じパターン（すなわち電極層 1 3 を構成する複数の電極 1 3 a と同じパターン）として形成することもでき、あるいは、電極層 1 5 と同じパターン（すなわち電極層 1 5 を構成する複数の電極 1 5 a と同じパターン）として形成することもできる。いずれにしても、電極層 1 3 を構成する複数の電極 1 3 a と電極層 1 5 を構成する複数の電極 1 5 a との各交点には、有機層 1 4 が存在している。

【0026】

このように、平面視において、表示装置 1 の表示部 2 では、平面視において、基板 1 1 上に有機 E L 素子（画素）がアレイ状に複数配列した状態になっている。

【0027】

なお、ここでは、電極層 1 3 , 1 5 がストライプ状のパターンを有している場合について説明した。このため、アレイ状に配列した複数の有機 E L 素子（画素）において、X 方向に並んだ有機 E L 同士では、下部電極（電極 1 3 a ）同士が繋がっており、また、Y 方向に並んだ有機 E L 同士では、上部電極（電極 1 5 a ）同士が繋がっている。しかしながら、これに限定されず、アレイ状に配列する有機 E L 素子の構造は、種々変更可能である。

【0028】

例えば、アレイ状に配列した複数の有機 E L 素子が、上部電極でも下部電極でも互につながっておらず、独立に配置されている場合もあり得る。この場合は、各有機 E L 素子は、下部電極と有機層と上部電極との積層構造を有する孤立パターンにより形成され、この孤立した有機 E L 素子が、アレイ状に複数配列することになる。この場合は、各画素において有機 E L 素子に加えて T F T（薄膜トランジスタ）などのアクティブ素子を設けるとともに、画素同士を必要に応じて配線を介して接続することができる。

【0029】

基板 1 1（パッシベーション膜 1 2）の上面上には、有機 E L 素子を覆うように、従って電極層 1 3 と有機層 1 4 と電極層 1 5 とを覆うように、保護膜（保護層）1 6 が形成されている。表示部 2 に有機 E L 素子がアレイ状に配列している場合は、それらアレイ状に

10

20

30

40

50

配列した有機ＥＬ素子を覆うように、保護膜１６が形成されている。このため、保護膜１６は、表示部２全体に形成されていることが好ましく、また、基板１１の上面のほぼ全体上に形成されていることが好ましい。有機ＥＬ素子（電極層１３、有機層１４および電極層１５）を保護膜１６により覆うことで、有機ＥＬ素子（電極層１３、有機層１４および電極層１５）を保護し、また、有機ＥＬ素子への水分の伝達、特に有機層１４への水分の伝達を、保護膜１６によって防止（遮断）することができる。すなわち、保護膜１６を設けたことで、保護膜１６を越えて有機ＥＬ素子側に水分が侵入するのを防止することができる。保護膜１６は、有機ＥＬ素子用の保護膜である。

【００３０】

但し、電極または配線などの一部を、保護膜１６から露出させる必要がある場合もあり得る。そのような場合は、基板１１の上面側の全領域に保護膜１６を形成するのではなく、基板１１の上面側の一部に保護膜１６が形成されない領域を設けておき、そこ（保護膜１６が形成されていない領域）から、電極または配線などの一部を露出させることもできる。但し、そのような場合でも、保護膜１６を形成していない領域から、有機層１４は露出しないようにすることが好ましい。

【００３１】

保護膜１６は、水分に対するバリア性を得られるように、無機絶縁材料により構成されている。すなわち、保護膜１６は、無機絶縁膜である。また、保護膜１６は、ＡＬＤ（Atomic Layer Deposition：原子層堆積）法で形成された絶縁膜、すなわちＡＬＤ膜である。ＡＬＤ法は、原料ガスと反応ガスとを交互に供給することにより、処理対象物上に原子層単位で膜を形成する成膜方法である。保護膜１６の材料としては、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸窒化アルミニウムまたは窒化アルミニウムが好ましく、そのうち特に好ましいのは、酸化アルミニウムまたは酸化シリコンである。

【００３２】

本実施の形態では、保護膜１６は、リモートプラズマＡＬＤ法により形成された絶縁膜（無機絶縁膜、絶縁層）１６ａと、絶縁膜１６ａ上にダイレクトプラズマＡＬＤ法により形成された絶縁膜（無機絶縁膜、絶縁層）１６ｂとの積層膜からなる。すなわち、保護膜１６は、絶縁膜１６ａと絶縁膜１６ｂとの２つの層を有している。絶縁膜１６ｂは、絶縁膜１６ａ上に、絶縁膜１６ａに接するように形成されている。

【００３３】

なお、保護膜１６を構成する絶縁膜１６ａと絶縁膜１６ｂとは、構成元素が互いに同じである。すなわち、保護膜１６は、絶縁膜１６ａと絶縁膜１６ａ上の絶縁膜１６ｂとからなるが、それらの絶縁膜１６ａ、１６ｂは、互いに同じ材料により構成されている。このため、例えば、保護膜１６を構成する絶縁膜１６ａが酸化アルミニウムからなる場合は、保護膜１６を構成する絶縁膜１６ｂも酸化アルミニウムからなる。また、保護膜１６を構成する絶縁膜１６ａが酸化シリコンからなる場合は、保護膜１６を構成する絶縁膜１６ｂも酸化シリコンからなる。このため、保護膜１６は、全体が同じ材料により形成されている。

【００３４】

保護膜１６上には、保護膜１６とは異なる材料からなる絶縁膜１７が形成されている。絶縁膜１７は、好ましくは樹脂膜（樹脂層、樹脂絶縁膜、有機絶縁膜）であり、絶縁膜１７の材料として、例えばＰＥＴ（polyethylene terephthalate：ポリエチレンテレフタレート）などを好適に用いることができる。絶縁膜１７は、その形成を省略することもできる。但し、絶縁膜１７を形成しない場合よりも、絶縁膜１７を形成した場合の方が、有利な場合がある。

【００３５】

保護膜１６は、無機絶縁膜である。無機絶縁膜は、水分を通しにくい膜であるが、硬い膜でもある。このため、保護膜１６上に、樹脂膜（絶縁膜１７）を形成することもでき、この樹脂膜（絶縁膜１７）を、表示装置１の最上層の膜として用いることもできる。樹脂

膜（絶縁膜 17）は、無機絶縁膜（保護膜 16）に比べて、水分を通しやすいため、水分の侵入を防止する膜としての機能は小さい。しかしながら、樹脂膜（絶縁膜 17）は、無機絶縁膜（保護膜 16）に比べて、柔らかい。このため、保護膜 16 上に柔らかい樹脂膜（絶縁膜 17）を形成することで、表示装置 1 を取り扱いやすくなる。また、樹脂膜（絶縁膜 17）は、物理的な衝撃からの保護膜（機械的保護膜）として機能することができる。また、基板 11 としてフレキシブル基板を用いる場合には、保護膜 16 上に樹脂膜（絶縁膜 17）を形成することで、曲げに伴う保護膜 16 の割れ（クラック）を、防ぎやすくなる。

【0036】

また、保護膜 16 上に絶縁膜 17 を形成した場合、保護膜 16 と絶縁膜 17 とを合わせたものを、保護膜とみなすこともできる。但し、樹脂膜からなる絶縁膜 17 を形成した場合、水分の侵入を防止する膜（水分防止膜）として機能するのは、保護膜 16 であり、樹脂膜からなる絶縁膜 17 は、主として、機械的な保護膜として機能する。水分保護膜（ここでは保護膜 16）は、無機絶縁物からなり、機械的保護膜（ここでは絶縁膜 17）は、樹脂材料（有機絶縁物）からなることが好ましい。

【0037】

本実施の形態では、表示装置 1 の基板 11 としてフレキシブル基板を用いている。図 4 は、表示装置 1 を構成する基板 11（フレキシブル基板）を折り曲げた場合、すなわち、表示装置 1 を折り曲げた場合を模式的に示す断面図である。図 4 は、断面図であるが、図面を見やすくするために、ハッチングは省略してある。表示装置 1 の基板 11 としてフレキシブル基板を用いることで、表示装置 1 の折り曲げが可能になる。また、基板 11 は、フレキシブル基板であるが、繰り返しの折り曲げも可能であり、ベンダブル（bendable）基板とみなすこともでき、また、折りたたむことも可能であり、フォルダブル（foldable）基板とみなすこともできる。このため、基板 11 は、フレキシブル基板であるが、そのフレキシブル基板には、ベンダブル基板やフォルダブル基板も包括されている。

【0038】

< 表示装置の製造方法 >

本実施の形態の表示装置 1 の製造方法について、図面を参照して説明する。図 5 は、本実施の形態の表示装置 1 の製造工程を示す、工程フロー図である。図 6 は、本実施の形態の表示装置 1 の製造工程のうちの、保護膜 16 形成工程の詳細を示す、工程フロー図である。図 7 ~ 図 13 は、本実施の形態の表示装置 1 の製造工程中の要部断面図であり、上記図 3 に相当する領域の断面図が示されている。なお、ここでは、主として、表示装置 1 の表示部 2 の製造工程を説明する。

【0039】

まず、図 7 に示されるように、ガラス基板 9 とフレキシブル基板である基板 11 とが貼り合わされた基板 10 を用意（準備）する（図 5 のステップ S1）。基板 11 は可撓性を有しているが、基板 11 がガラス基板 9 に貼り合わされていることで、基板 11 はガラス基板 9 に固定される。これにより、基板 11 上への各種の膜の形成やその膜の加工などが容易になる。なお、基板 11 の下面が、ガラス基板 9 に貼り付けられている。

【0040】

次に、図 8 に示されるように、基板 10 の上面上に、パッシベーション膜 12 を形成する（図 5 のステップ S2）。なお、基板 10 の上面は、基板 11 の上面と同義である。

【0041】

パッシベーション膜 12 は、スパッタリング法、CVD 法または ALD 法などを用いて形成することができる。パッシベーション膜 12 は、絶縁材料からなり、例えば酸化シリコン膜からなる。例えば、CVD 法により形成した酸化シリコン膜を、パッシベーション膜 12 として好適に用いることができる。

【0042】

次に、図 9 に示されるように、基板 10 の上面上に、すなわちパッシベーション膜 12 上に、電極層 13 と電極層 13 上の有機層 14 と有機層 14 上の電極層 15 とからなる有

10

20

30

40

50

機 E L 素子を形成する。すなわち、パッシベーション膜 12 上に、電極層 13 と有機層 14 と電極層 15 とを順に形成する (図 5 のステップ S 3 , S 4 , S 5) 。この工程は、例えば、次のようにして行うことができる。

【 0043 】

すなわち、基板 10 の上面上に、すなわちパッシベーション膜 12 上に、電極層 13 を形成する (図 5 のステップ S 3) 。電極層 13 は、例えば、導電膜をパッシベーション膜 12 上に形成してから、この導電膜を、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術などを用いてパターニングすることなどにより、形成することができる。それから、電極層 13 上に有機層 14 を形成する (図 5 のステップ S 4) 。有機層 14 は、例えば、マスクを用いた蒸着法 (真空蒸着法) などにより、形成することができる。また、有機層 14 用の膜を成膜してからその膜をフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術などを用いてパターニングする手法で、有機層 14 を形成することも可能である。それから、有機層 14 上に電極層 15 を形成する (図 5 のステップ S 5) 。電極層 15 は、例えば、マスクを用いた蒸着法などにより、形成することができる。また、電極層 15 用の膜を成膜してからその膜をフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術などを用いてパターニングする手法で、電極層 15 を形成することも可能である。

10

【 0044 】

電極層 13 と有機層 14 と電極層 15 とからなる有機 E L 素子を形成した後、基板 10 の上面上に、すなわち電極層 15 上に、保護膜 16 を形成する (図 5 のステップ S 6) 。保護膜 16 は、有機 E L 素子を覆うように形成される。

20

【 0045 】

保護膜 16 は、絶縁膜 16 a と絶縁膜 16 a 上の絶縁膜 16 b との積層膜からなるため、ステップ S 6 の保護膜 16 形成工程は、図 6 に示されるように、ステップ S 6 a の絶縁膜 16 a 形成工程と、ステップ S 6 b の絶縁膜 16 b 形成工程と、を有している。ステップ S 6 a の後にステップ S 6 b が行われる。

【 0046 】

このため、ステップ S 6 の保護膜 16 形成工程は、具体的には次のようにして行うことができる。すなわち、まず、図 10 に示されるように、基板 10 上に、すなわち電極層 15 上に、絶縁膜 16 a をリモートプラズマ A L D 法を用いて形成する (図 6 のステップ S 6 a) 。絶縁膜 16 a は、有機 E L 素子を覆うように形成される。それから、図 11 に示されるように、絶縁膜 16 a 上に絶縁膜 16 b を、ダイレクトプラズマ A L D 法を用いて形成する (図 6 のステップ S 6 b) 。これにより、絶縁膜 16 a と絶縁膜 16 b との積層膜からなる保護膜 16 が形成される。ステップ S 6 b では、絶縁膜 16 b は、絶縁膜 16 a 上に、絶縁膜 16 a に接するように形成される。

30

【 0047 】

なお、「リモートプラズマ」とは、成膜用のチャンバ (後述のチャンバ 22 に対応) の内部でプラズマを発生させるのではなく、チャンバの外部に設けられたプラズマ生成部 (後述のリモートプラズマ生成部 38 に対応) でプラズマを生成し、このプラズマ生成部で生成されたプラズマをチャンバの内部に導入 (供給) する構成態様を意味している。

【 0048 】

また、「ダイレクトプラズマ」とは、成膜用のチャンバ (後述のチャンバ 22 に対応) の内部でプラズマを発生させ、プラズマを発生させる放電空間 (後述の上部電極 25 とサセプタ 24 a との間の空間 27 に対応) に処理対象物 (23) が配置される構成態様を意味している。

40

【 0049 】

また、電極または配線などの一部を、保護膜 16 から露出させる必要がある場合もあり得る。そのような場合は、基板 10 の上面の全領域に保護膜 16 を形成するのではなく、基板 10 の上面の一部に保護膜 16 が形成されない領域を設けて、そこ (保護膜 16 が形成されていない領域) から、電極または配線などの一部を露出させることができる。この場合は、ステップ S 6 の保護膜 16 形成工程は、例えば次のようにして行うことができる

50

。すなわち、まず、基板 10 上に、すなわち電極層 15 上に、マスク（メタルマスク）を配置してから、保護膜 16 を形成し、その後、そのマスクを取り除く。これにより、マスクで覆われずに露出されていた領域には、保護膜 16 が形成されるが、マスクで覆われていた領域には、保護膜 16 は形成されない。これにより、有機 EL 素子を覆うように保護膜 16 を形成することができるとともに、保護膜 16 が形成されていない領域から、電極または配線などを必要に応じて露出させることができる。

【0050】

保護膜 16 を形成すると、電極層 13 と有機層 14 と電極層 15 とからなる有機 EL 素子は、保護膜 16 で覆われる。複数の有機 EL 素子がアレイ状に配列している場合は、それら複数の有機 EL 素子が保護膜 16 で覆われる。

10

【0051】

ステップ S6 で保護膜 16 を形成した後、図 12 に示されるように、基板 10 の上面上に、すなわち保護膜 16 上に、絶縁膜 17 を形成する（図 5 のステップ S7）。保護膜 16 の最上層は絶縁膜 16b であるので、絶縁膜 16b 上に絶縁膜 17 が形成される。絶縁膜 17 は、好ましくは樹脂膜であり、例えば PET などからなり、スピンコート法（塗布法）などを用いて形成することができる。

【0052】

その後、図 13 に示されるように、基板 11 をガラス基板 9 から引きはがすことにより、基板 11 とその上面上の構造体とを、ガラス基板 9 から分離する。このようにして、表示装置 1 を製造することができる。

20

【0053】

< 成膜装置について >

図 14 は、保護膜 16 形成用の成膜装置 21 の一例を示す説明図（断面図）である。成膜装置 21 は、ALD 法を用いて成膜を行う成膜装置であり、ALD 装置または ALD 成膜装置とみなすことができる。また、本実施の形態では、成膜装置 21 として、プラズマ ALD 装置（プラズマ ALD 成膜装置）を使用し、保護膜 16 の形成には、ALD 法として、プラズマ ALD 法を用いている。プラズマ ALD 装置においては、反応活性を高めるために、プラズマ放電を行って反応ガスをプラズマ化する。このため、プラズマ ALD 装置では、プラズマ放電を行うため、平行平板電極などが使用される。

【0054】

30

また、本実施の形態では、保護膜 16 は、リモートプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16a と、絶縁膜 16a 上にダイレクトプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16b との積層膜からなる。リモートプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16a と、ダイレクトプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16b とは、同じ成膜装置 21 で形成することが好ましい。このため、成膜装置 21 は、リモートプラズマ ALD 法による成膜と、ダイレクトプラズマ ALD 法による成膜とが、可能である。

【0055】

図 14 に示されるように、成膜装置 21 は、ALD 法による成膜が行われるチャンバ（成膜室、成膜容器）22 を有している。チャンバ 22 は、その内部に配置された処理対象物 23 に対する成膜処理を行うための成膜容器である。

40

【0056】

チャンバ 22 は、天板部 22a と、底板部（図示せず）と、天板部 22a と底板部とを繋ぐ（連結する）側壁部 22b と、を有している。天板部 22a により、チャンバ 22 の上面が形成され、底板部により、チャンバ 22 の底面が形成され、側壁部 22b により、チャンバ 22 の側面が形成される。

【0057】

なお、本実施の形態において、「チャンバ 22 の上面」と言うときは、「チャンバ 22 の内側（内面）における上面」のことを指し、「チャンバ 22 の側面」と言うときは、「チャンバ 22 の内側（内面）における側面」のことを指し、「チャンバ 22 の底面」と言うときは、「チャンバ 22 の内側（内面）における底面」のことを指すものとする。

50

【0058】

チャンバ22内には、処理対象物23を搭載（配置）するためのステージ24が配置されている。ステージ24は、処理対象物23を保持するためのサセプタ（基板保持体）24aと、サセプタ24aを支持するステージ本体部24bと、を有している。処理対象物23は、サセプタ24a上に配置されて保持されている。サセプタ24aは、導電性を有している。ステージ24（より特定的にはサセプタ24a）は、下部電極としての機能も有している。また、ステージ24は、ヒータ（図示せず）などを備えており、ステージ24上に配置した処理対象物23を加熱し、処理対象物23の温度を所望の温度に調整することができるようになっている。

【0059】

ここでは、ステージ本体部24bとサセプタ24aとを合わせたものをステージ24とみなしているが、別の見方をすると、ステージ本体部24bをステージとみなし、そのステージ上にサセプタ24aが配置され、そのサセプタ24a上に処理対象物23が搭載されるとみなすこともできる。

【0060】

チャンバ22内には、ステージ24（サセプタ24a）の上方に上部電極（平板電極）25が配置されている。上部電極25とサセプタ24aとは、互いに対向し、サセプタ24aの上部電極25に対向する側の主面（上面）上に、処理対象物23が配置される。上部電極25は、サセプタ24aと対向する対向面（下面）を有する。上部電極25は、チャンバ22の天板部22aに支持（保持）されている。上部電極25と、下部電極（こ

【0061】

こではサセプタ24a）とにより、平行平板電極が構成される。

上部電極25には、高周波電源26が電氣的に接続されている。高周波電源26は、チャンバ22の外に配置することができる。高周波電源26によって上部電極25に、従って上部電極25とステージ24（より特定的にはサセプタ24a）との間に、高周波電力を印加することができ、それによって、上部電極25とステージ24（より特定的にはサセプタ24a）との間に、高周波電界を発生させることができる。サセプタ24aは、好ましくは、接地電位（グランド電位）に接続されている。上部電極25とステージ24（サセプタ24a）との間の空間27が、ダイレクトプラズマALD法による成膜の際に、プラズマ（プラズマ放電）が生成される空間（放電空間、プラズマ放電空間、プラズマ生成空間）となる。高周波電源26により印加される高周波電力の周波数は、例えば13.56MHzである。

【0062】

チャンバ22の側壁部22bには、チャンバ22内にガスを導入（供給）するための開口部（ガス供給口）28と、チャンバ22内からガスを排気（排出）するための開口部（ガス排気口）29と、が設けられている。チャンバ22の側壁部22bにおいて、開口部28と開口部29とは、上記空間27を挟んで互いに対向する位置に設けられている。具体的には、チャンバ22の側壁部22bは、互いに対向する側面（チャンバの側面）31a, 31bを有しており、そのうちの一方の側面31aに開口部28が設けられ、他方の側面31bに開口部29が設けられている。チャンバ22の開口部28には、原料ガス導入経路33と、パージガス導入経路34と、反応ガス導入経路35と、パージガス導入経路36と、ラジカル導入経路37とが接続されている（つながっている）。

【0063】

原料ガス導入経路33は、図示しない原料ガス供給部と接続されており、その原料ガス供給部から、原料ガス導入経路33および開口部28を介して、チャンバ22内に原料ガスを導入（供給）できるようになっている。

【0064】

また、パージガス導入経路34は、図示しないパージガス供給部と接続されており、そのパージガス供給部から、パージガス導入経路34および開口部28を介して、チャンバ22内にパージガスを導入（供給）できるようになっている。

【 0 0 6 5 】

また、反応ガス導入経路 3 5 は、図示しない反応ガス供給部と接続されており、その反応ガス供給部から、反応ガス導入経路 3 5 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に反応ガスを導入（供給）できるようになっている。

【 0 0 6 6 】

また、パージガス導入経路 3 6 は、図示しないパージガス供給部と接続されており、そのパージガス供給部から、パージガス導入経路 3 6 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内にパージガスを導入（供給）できるようになっている。

【 0 0 6 7 】

また、ラジカル導入経路 3 7 は、リモートプラズマ生成部（プラズマ生成部、プラズマ供給部、プラズマソース）3 8 と接続されており、リモートプラズマ生成部 3 8 で生成されたプラズマ（ラジカル）を、ラジカル導入経路（プラズマ導入経路）3 7 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に導入（供給）できるようになっている。リモートプラズマ生成部 3 8 は、リモートプラズマ生成部 3 8 に供給された反応ガスをプラズマ化して、その反応ガスのラジカル（活性種）を生成することができる。リモートプラズマ生成部 3 8 は、チャンバ 2 2 の外部に設けられている。

【 0 0 6 8 】

チャンバ 2 2 の開口部 2 9 は、真空ポンプなどからなる排気部 3 9 に接続されており、開口部 2 9 を介してチャンバ 2 2 内からガスを排気（排出）するとともに、チャンバ 2 2 内を所定の圧力に制御できるようになっている。すなわち、チャンバ 2 2 内は、真空中に維持することもでき、また、所望の圧力に制御することもできる。排気部 3 9 は、チャンバ 2 2 の外部に設けられている。

【 0 0 6 9 】

開口部 2 8 から導入されたガスは、チャンバ 2 2 内の上記空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。すなわち、開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されたガスは、開口部 2 8 から開口部 2 9 に向けて流れるため、開口部 2 8 と開口部 2 9 との間にある上記空間 2 7 を通過する。このため、成膜処理の際には、上記空間 2 7 に、原料ガス、パージガス、反応ガス、または、ラジカルを含むガスを供給する（流す）ことができる。

【 0 0 7 0 】

< 成膜工程について >

次に、成膜装置 2 1 を用いた保護膜 1 6 の形成工程について、説明する。図 1 5 は、絶縁膜 1 6 a の形成工程を示す、工程フロー図である。図 1 6 は、絶縁膜 1 6 b の形成工程を示す、工程フロー図である。保護膜 1 6 の形成工程は、例えば、次のようにして行うことができる。

【 0 0 7 1 】

保護膜 1 6 形成工程より前の工程を終了した後、保護膜 1 6 形成工程を行うために、処理対象物を、成膜装置 2 1 のチャンバ 2 2 内のステージ 2 4（より特定的にはサセプタ 2 4 a）上に配置する。ここで、ステージ 2 4 上に配置される処理対象物 2 3 は、上記パッシベーション膜 1 2、電極層 1 3、有機層 1 4 および電極層 1 5 などが形成された基板 1 0 であり、基板 1 0 上に図 9 の構造が形成されており、図 1 4 では、符号 2 3 を付して処理対象物 2 3 として示してある。チャンバ 2 2 内において、ステージ 2 4 上に配置された処理対象物 2 3 は、上部電極 2 5 とステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）との間に配置された状態となっている。

【 0 0 7 2 】

次に、以下に説明するステップ S 1 1、ステップ S 1 2、ステップ S 1 3 およびステップ S 1 4 を、複数サイクル繰り返すことで、チャンバ 2 2 内のステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）上に配置された処理対象物 2 3 の表面上に、絶縁膜 1 6 a を所望の厚さに形成することができる。

【 0 0 7 3 】

以下、具体的に説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、ステップ S 1 1 (原料ガス供給ステップ)として、原料ガス供給部(図示せず)から、原料ガス導入経路 3 3 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に原料ガスを導入(供給)する。絶縁膜 1 6 a として酸化アルミニウム膜を成膜する場合は、原料ガスとしては、例えば T M A (Trimethylaluminium: トリメチルアルミニウム)ガスを用いることができる。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入された原料ガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4 (サセプタ 2 4 a)との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。ステップ S 1 1 を行くと、ステージ 2 4 上に配置された処理対象物 2 3 の表面上に、原料ガスの分子が吸着する。すなわち、処理対象物 2 3 の表面に、原料ガスの吸着層が形成される。

10

【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 1 2 (パージステップ)として、チャンバ 2 2 内への原料ガスの導入を停止し、パージガス供給部(図示せず)から、パージガス導入経路 3 4 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内にパージガスを導入(供給)する。パージガスとしては、不活性ガスを好適に用いることができ、窒素ガス(N_2 ガス)を用いる場合もあり得る。チャンバ 2 2 内にパージガスを導入することで、処理対象物 2 3 の表面に吸着していた原料ガス分子(原料ガスの吸着層)は残存するが、それ以外の原料ガス(処理対象物 2 3 に吸着していない原料ガス)は、パージガスと一緒に開口部 2 9 からチャンバ 2 2 外に排出される(パージされる)。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されたパージガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4 (サセプタ 2 4 a)との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。

20

【 0 0 7 6 】

次に、ステップ S 1 3 (ラジカル供給ステップ)として、リモートプラズマ生成部 3 8 で反応ガスのプラズマを生成し、リモートプラズマ生成部 3 8 で生成されたプラズマ(反応ガスのプラズマ)を、ラジカル導入経路 3 7 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に導入(供給)する。すなわち、リモートプラズマ生成部 3 8 に反応ガスを供給してその反応ガスをリモートプラズマ生成部 3 8 でプラズマ化し、それによって生成されたラジカル(ラジカルを含むガス)を、ラジカル導入経路 3 7 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に導入(供給)する。絶縁膜 1 6 a として酸化アルミニウム膜を成膜する場合は、反応ガスとしては、例えば酸素ガス(O_2 ガス)を用いることができ、リモートプラズマ生成部 3 8 で生成されて、開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されるラジカルは、酸素ラジカルである。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されたガス(ラジカルを含むガス)は、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4 (サセプタ 2 4 a)との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気されるが、処理対象物 2 3 の表面に吸着していた原料ガス分子(原料ガスの吸着層)がラジカル(ここでは酸素ラジカル)と反応する。これにより、処理対象物 2 3 の表面に、原料ガスの吸着層とラジカルとの反応層である酸化アルミニウムの原子層(一層)が形成される。

30

【 0 0 7 7 】

次に、ステップ S 1 4 (パージステップ)として、チャンバ 2 2 内へのラジカル(ラジカルを含むガス)の導入を停止し、パージガス供給部(図示せず)から、パージガス導入経路 3 6 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内にパージガスを導入(供給)する。パージガスとしては、不活性ガスを好適に用いることができ、窒素ガス(N_2 ガス)を用いる場合もあり得る。ステップ S 1 2 で使用するパージガスと、ステップ S 1 4 で使用するパージガスとは、互いに同じであってもよい。チャンバ 2 2 内にパージガスを導入することで、チャンバ 2 内のラジカル(ラジカルを含むガス)は、パージガスと一緒に開口部 2 9 からチャンバ 2 2 外に排気される(パージされる)。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されたパージガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4 (サセプタ 2 4 a)との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。

40

【 0 0 7 8 】

このようなステップ S 1 1、ステップ S 1 2、ステップ S 1 3 およびステップ S 1 4 を

50

、複数サイクル繰り返すことで、処理対象物 2 3 の表面上に、絶縁膜 1 6 a を所望の厚さに形成することができる。例えば、ステップ S 1 1、ステップ S 1 2、ステップ S 1 3 およびステップ S 1 4 を、20 サイクル繰り返せば、20 層の原子層からなる絶縁膜 1 6 a が形成され、また、ステップ S 1 1、ステップ S 1 2、ステップ S 1 3 およびステップ S 1 4 を、40 サイクル繰り返せば、40 層の原子層からなる絶縁膜 1 6 a が形成されることになる。

【0079】

なお、ステップ S 1 1、S 1 2、S 1 3、S 1 4 においては、チャンバ 2 2 内の上部電極 2 5 と下部電極（ここではサセプタ 2 4 a）の間には高周波電力は印加していない。このため、絶縁膜 1 6 a 形成工程において、プラズマ（ラジカル）が生成されるのは、チャンバ 2 2 内ではなく、チャンバ 2 2 外のリモートプラズマ生成部 3 8 であり、チャンバ 2 2 外のリモートプラズマ生成部 3 8 で生成されたプラズマ（ラジカル）が、チャンバ 2 2 内に導入される。

【0080】

このようにして、絶縁膜 1 6 a を形成した後、以下に説明するステップ S 2 1、ステップ S 2 2、ステップ S 2 3 およびステップ S 2 4 を、複数サイクル繰り返すことで、絶縁膜 1 6 a 上に、絶縁膜 1 6 b を所望の厚さに形成することができる。

【0081】

以下、具体的に説明する。

【0082】

まず、ステップ S 2 1（原料ガス供給ステップ）として、原料ガス供給部（図示せず）から、原料ガス導入経路 3 3 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に原料ガスを導入（供給）する。ステップ S 2 1 で使用する原料ガスは、上記ステップ S 1 1 で使用する原料ガスと同様である。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入された原料ガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。ステップ S 2 1 を行くと、ステージ 2 4 上に配置された処理対象物 2 3 の表面（より特定的には処理対象物 2 3 の表面に形成された絶縁膜 1 6 a の表面）上に、原料ガスの分子が吸着する。すなわち、処理対象物 2 3 の表面に、原料ガスの吸着層が形成される。

【0083】

次に、ステップ S 2 2（パージステップ）として、チャンバ 2 2 内への原料ガスの導入を停止し、パージガス供給部（図示せず）から、パージガス導入経路 3 4 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内にパージガスを導入（供給）する。ステップ S 2 2 で使用するパージガスは、上記ステップ S 1 2 で使用するパージガスと同様である。チャンバ 2 2 内にパージガスを導入することで、処理対象物 2 3 の表面に吸着していた原料ガス分子（原料ガスの吸着層）は残存するが、それ以外の原料ガス（処理対象物 2 3 に吸着していない原料ガス）は、パージガスと一緒に開口部 2 9 からチャンバ 2 2 外に排出される（パージされる）。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されたパージガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。

【0084】

次に、ステップ S 2 3（反応ガス供給ステップ）として、反応ガス供給部（図示せず）から、反応ガス導入経路 3 5 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内に反応ガスを導入（供給）する。反応ガス導入経路 3 5 を通って開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入される反応ガスは、プラズマ化されていない反応ガスである。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入された反応ガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。そして、高周波電源 2 6 により、上部電極 2 5 に、従って上部電極 2 5 とステージ 2 4（より特定的にはサセプタ 2 4 a）との間に、高周波電力を印加する。これにより、上部電極 2 5 とステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）との間にプラズマ放電が発生し、空間 2 7 の反応ガス（ここでは O_2 ガス）は

プラズマ化して、反応ガスにラジカル（活性種）が生成され、処理対象物 2 3 の表面に吸着していた原料ガス分子（原料ガスの吸着層）が反応ガス（反応ガス中のラジカル）と反応する。これにより、処理対象物 2 3 の表面に、原料ガスの吸着層と反応ガス（反応ガス中のラジカル）との反応層である酸化アルミニウムの原子層（一層）が形成される。

【 0 0 8 5 】

なお、ステップ S 2 3 で使用する反応ガスは、上記ステップ S 1 3 で使用する反応ガスと同様であり、絶縁膜 1 6 b として酸化アルミニウム膜を成膜する場合は、反応ガスとしては、例えば酸素ガス（ O_2 ガス）を用いることができ、チャンバ 2 内で反応ガスがプラズマ化されることで生成されるラジカルは、酸素ラジカルである。

【 0 0 8 6 】

次に、ステップ S 2 4（パージステップ）として、チャンバ 2 2 内への反応ガスの導入と上部電極 2 5 への高周波電力の印加を停止し、パージガス供給部（図示せず）から、パージガス導入経路 3 6 および開口部 2 8 を介して、チャンバ 2 2 内にパージガスを導入（供給）する。ステップ S 2 4 で使用するパージガスは、上記ステップ S 1 4 で使用するパージガスと同様である。チャンバ 2 2 内にパージガスを導入することで、チャンバ 2 内の反応ガスは、パージガスと一緒に開口部 2 9 からチャンバ 2 2 外に排気される（パージされる）。開口部 2 8 からチャンバ 2 2 内に導入されたパージガスは、主として、上部電極 2 5 とステージ 2 4（サセプタ 2 4 a）との間の空間 2 7 を通って、開口部 2 9 から排気される。

【 0 0 8 7 】

このようなステップ S 2 1、ステップ S 2 2、ステップ S 2 3 およびステップ S 2 4 を、複数サイクル繰り返すことで、処理対象物 2 3 の表面上に、すなわち絶縁膜 1 6 a 上に、絶縁膜 1 6 b を所望の厚さに形成することができる。例えば、ステップ S 2 1、ステップ S 2 2、ステップ S 2 3 およびステップ S 2 4 を、50 サイクル繰り返せば、50 層の原子層からなる絶縁膜 1 6 b が形成され、また、ステップ S 2 1、ステップ S 2 2、ステップ S 2 3 およびステップ S 2 4 を、100 サイクル繰り返せば、100 層の原子層からなる絶縁膜 1 6 b が形成されることになる。

【 0 0 8 8 】

なお、ステップ S 2 1、S 2 2、S 2 4 においては、チャンバ 2 2 内の上部電極 2 5 と下部電極（ここではサセプタ 2 4 a）の間には高周波電力は印加していないが、ステップ S 2 3 においては、チャンバ 2 2 内の上部電極 2 5 と下部電極（ここではサセプタ 2 4 a）との間に高周波電力を印加する。また、ステップ S 2 1、S 2 2、S 2 3、S 2 4 においては、リモートプラズマ生成部 3 8 ではプラズマを生成せず、リモートプラズマ生成部 3 8 から開口部 2 8 を介してチャンバ 2 2 内へは、プラズマ（ラジカル）を導入していない。このため、絶縁膜 1 6 b 形成工程において、プラズマ（ラジカル）が生成されるのは、チャンバ 2 2 外のリモートプラズマ生成部 3 8 ではなく、チャンバ 2 2 内（より特定的には上部電極 2 5 とサセプタ 2 4 a との間の空間 2 7）である。ステップ S 2 3 では、チャンバ 2 2 内に反応ガスを供給し、チャンバ 2 2 内でその反応ガスのプラズマを生成する。

【 0 0 8 9 】

また、ステップ S 1 1 で用いる原料ガスとステップ S 2 1 で用いる原料ガスとを互いに同じ（酸化アルミニウム膜を形成する場合は TMA ガス）にし、ステップ S 1 3 で用いる反応ガスとステップ S 2 3 で用いる反応ガスとを互いに同じ（酸化アルミニウム膜を形成する場合は酸素ガス）にすることで、絶縁膜 1 6 a の構成元素と絶縁膜 1 6 b の構成元素とを互いに同じにすることができる。

【 0 0 9 0 】

このようにして、絶縁膜 1 6 b が形成される。これにより、処理対象物 2 3 上に、絶縁膜 1 6 a と絶縁膜 1 6 a 上の絶縁膜 1 6 b とからなる保護膜 1 6 を形成することができる。

【 0 0 9 1 】

チャンバ 2 2 内のステージ 2 4 (サセプタ 2 4 a) 上に配置された処理対象物 2 3 上への保護膜 1 6 の形成が終了したら、処理対象物 2 3 は、成膜装置 2 1 のチャンバ 2 2 内からチャンバ 2 2 外に搬出され、次の工程に送られる。

【 0 0 9 2 】

< 検討の経緯について >

有機 E L 素子は、水分に弱いため、有機 E L 素子を覆うように保護膜 (水分保護膜) を形成して、有機 E L 素子への水分の伝達を防ぐことが望ましい。この保護膜には、水分の侵入を防止する効果が高い無機絶縁膜を用いることが望ましい。また、有機 E L 素子は高温に弱いため、保護膜の成膜温度は、有機 E L 素子に悪影響を及ぼさないように、比較的低温であることが好ましく、従って、保護膜としては、比較的低温度で成膜が可能な材料膜を用いることが好ましい。

10

【 0 0 9 3 】

ところで、本発明者は、有機 E L 素子を形成する基板として、フレキシブル基板を用いることを検討している。フレキシブル基板は、可撓性を有しているため、折り曲げることが可能である。有機 E L 表示装置の基板としてフレキシブル基板を用いれば、その表示装置の折り曲げが可能になる。

【 0 0 9 4 】

フレキシブル基板を用いる場合は、フレキシブル基板と一緒に保護膜も折り曲げられることになるため、保護膜においても折り曲げ耐性が重要になる。しかしながら、無機絶縁膜は、保護膜 (水分保護膜) としては優れているが、樹脂膜などに比べて硬い材料であるため、基板としてフレキシブル基板を用いる場合には、曲げに伴って無機絶縁膜からなる保護膜にクラックが生じるリスクがある。すなわち、フレキシブル基板を小さな折り曲げ半径で折り曲げると、それに伴い保護膜も小さな折り曲げ半径で折り曲げられることになり、その曲げに伴って保護膜にクラックが発生するリスクがある。保護膜にクラックが発生してしまうと、そのクラックを通じて有機 E L 素子側へ水分が侵入してしまい、その水分が有機 E L 素子に伝達され、有機 E L 素子の劣化を引き起こす虞がある。これは、有機 E L 素子の信頼性の低下や、有機 E L 素子を用いた表示装置 (有機 E L 表示装置) の信頼性の低下につながってしまう。

20

【 0 0 9 5 】

そこで、保護膜の厚さを薄くすることで、保護膜の折り曲げ耐性を向上させることが考えられる。保護膜の厚さを薄くすれば、保護膜の折り曲げ耐性が向上し、折り曲げに伴う保護膜のクラックが生じにくくなる。

30

【 0 0 9 6 】

なお、保護膜の折り曲げ耐性とは、折曲げ試験に対する耐久性に対応しており、また、折曲げ試験とは、折り曲げ動作を多数回繰り返す試験に対応している。折り曲げ動作を多数回繰り返しても、保護膜にクラックなどの不具合が生じなければ、保護膜の折り曲げ耐性が向上したと判断することができる。

【 0 0 9 7 】

また、本発明者は、有機 E L 素子用の保護膜を、A L D 法で形成することを検討している。その理由について、図 1 7 ~ 図 1 9 を参照して説明する。図 1 7 ~ 図 1 9 は、パーティクルの付着に関連する課題を説明する説明図 (断面図) である。

40

【 0 0 9 8 】

図 1 7 は、保護膜を形成する処理を行う処理対象物 2 3 が示されているが、この処理対象物 2 3 は、上述のように、上記基板 1 0 とパッシベーション膜 1 2 と電極層 1 3 と有機層 1 4 と電極層 1 5 とを合わせたものに対応している。

【 0 0 9 9 】

図 1 7 には、保護膜を形成する直前の段階での処理対象物 2 3 が示されているが、この段階で、図 1 7 に示されるように、処理対象物 2 3 の表面にパーティクル (粒子、異物) 4 1 が付着している場合がある。例えば、保護膜形成前の種々の工程 (例えば成膜工程) に起因して発生したパーティクル 4 1 が処理対象物 2 3 に付着する場合や、あるいは、保

50

護膜形成用の成膜装置に処理対象物 2 3 を搬送して保護膜の成膜を開始するまでにその成膜装置内に存在していたパーティクル 4 1 が処理対象物 2 3 に付着する場合などがあり得る。処理対象物 2 3 の表面にパーティクル 4 1 が付着するのを完全に防止することは容易ではない。このため、製造工程を管理しやすくし、有機 E L 表示装置などを製造しやすくするためには、処理対象物 2 3 の表面にパーティクル 4 1 がある程度付着するのを許容して、保護膜を形成することが望まれる。

【 0 1 0 0 】

図 1 8 および図 1 9 は、図 1 7 のようにパーティクル 4 1 が付着している処理対象物 2 3 に対して保護膜を形成した状態が示されている。図 1 8 および図 1 9 のうち、図 1 8 は、C V D 法で保護膜 4 2 を形成した場合が示され、図 1 9 は、A L D 法で保護膜 4 3 を形成した場合が示されている。なお、保護膜 4 2 および保護膜 4 3 は、本実施の形態の保護膜 1 6 に相当するものである。

【 0 1 0 1 】

処理対象物 2 3 にパーティクル 4 1 が付着した状態で、C V D 法を用いて保護膜 4 2 を形成した場合には、処理対象物 2 3 の表面と、処理対象物 2 3 に付着しているパーティクル 4 1 の表面とに保護膜 4 2 が形成される。しかしながら、C V D 法を用いて保護膜 4 2 を形成した場合には、図 1 8 に示されるように、処理対象物 2 3 の表面およびパーティクル 4 1 の表面のうち、パーティクル 4 1 で遮蔽される領域には保護膜 4 2 は形成されにくくなってしまいうため、処理対象物 2 3 とパーティクル 4 1 との接着領域の近傍では、保護膜 4 2 が形成されなくなってしまう。このため、保護膜 4 2 を形成した後にパーティクル 4 1 が脱落して不具合を生じる虞がある。例えば、保護膜 4 2 を形成した後にパーティクル 4 1 が脱落してしまうと、パーティクル 4 1 が脱落した箇所では、保護膜 4 2 が形成されていないため、そこから水分が侵入してしまい、その水分が有機 E L 素子に伝達されて有機 E L 素子の劣化を引き起こす虞がある。これは、有機 E L 素子の信頼性の低下や、有機 E L 素子を用いた表示装置（有機 E L 表示装置）の信頼性の低下につながってしまう。C V D 法を用いて保護膜 4 2 を形成した場合には、パーティクル 4 1 の脱落を防ぐためには、保護膜 4 2 をかなり厚くする必要があるが、保護膜 4 2 を厚くしてしまうと、フレキシブル基板と一緒に保護膜 4 2 も折り曲げた際に、保護膜 4 2 にクラックが発生するリスクが高くなってしまふ。

【 0 1 0 2 】

処理対象物 2 3 にパーティクル 4 1 が付着した状態で、A L D 法を用いて保護膜 4 3 を形成した場合には、処理対象物 2 3 の表面と、処理対象物 2 3 に付着しているパーティクル 4 1 の表面とに保護膜 4 3 が形成される。A L D 法は、形成する膜の下地に対するカバレッジに優れた成膜法であるため、A L D 法を用いて保護膜 4 3 を形成した場合には、図 1 9 に示されるように、処理対象物 2 3 の表面およびパーティクル 4 1 の表面のうち、パーティクル 4 1 で遮蔽される領域にも保護膜 4 3 を形成しやすくなり、処理対象物 2 3 とパーティクル 4 1 との接着領域の近傍でも、保護膜 4 3 を形成することができる。すなわち、図 1 9 のように、保護膜 4 3 は、パーティクル 4 1 が付着した処理対象物 2 3 の表面全体に形成されるとともに、パーティクル 4 1 の表面全体が保護膜 4 3 で覆われたため、パーティクル 4 1 の表面を覆う保護膜 4 3 と、処理対象物 2 3 の表面を覆う保護膜 4 3 とが、連続的に繋がった状態になる。このため、保護膜 4 3 の形成後は、パーティクル 4 1 は保護膜 4 3 によって保持され、パーティクル 4 1 は脱落しにくくなるため、パーティクル 4 1 の脱落に伴う不具合は生じにくくなる。

【 0 1 0 3 】

このため、C V D 法を用いて保護膜 4 2 を形成した場合に比べて、A L D 法を用いて保護膜 4 3 を形成した場合の方が、保護膜の厚さを薄くすることができ、それによって、フレキシブル基板と一緒に保護膜も折り曲げた際に、保護膜にクラックが発生するリスクを低くすることができる。

【 0 1 0 4 】

このため、本発明者は、保護膜を A L D 法で形成することを検討しており、特にプラズ

マ A L D 法で形成することを検討している。プラズマ A L D 法は、比較的低温での成膜が可能であるため、高温に弱い有機 E L 素子が形成された後に形成する必要がある保護膜の成膜法としても適している。

【0105】

図 20 は、本発明者が検討した第 1 検討例の表示装置の要部断面図であり、上記図 3 に相当する断面が示されている。図 20 の第 1 検討例において、保護膜 116 は、本実施の形態の保護膜 16 に相当するものであるが、本実施の形態とは異なり、保護膜 116 全体が、ダイレクトプラズマ A L D 法によって形成されている。すなわち、保護膜 116 は、ダイレクトプラズマ A L D 法によって形成された 1 つの絶縁膜だけで構成されており、上記絶縁膜 16 a に相当するものは、図 20 の第 1 検討例では形成されていない。

10

【0106】

しかしながら、本発明者が検討したところ、図 20 の第 1 検討例の場合は、次のような課題が生じることが分かった。

【0107】

すなわち、図 20 の第 1 検討例の場合は、ダイレクトプラズマ A L D 法により保護膜 116 を形成する際に、有機 E L 素子がダメージを受けてしまう虞がある。なぜなら、ダイレクトプラズマ A L D 法では、上部電極と下部電極との間に処理対象物を配置した状態で、上部電極と下部電極との間に高周波電力を印加してプラズマ放電を発生させるため、生成されたプラズマ中の電子やイオンが処理対象物に衝突して、物理的な衝撃を与えるからである。この物理的な衝撃により、有機 E L 素子がダメージを受けてしまう虞がある。ダイレクトプラズマ A L D 法により保護膜 116 を形成する際に有機 E L 素子がダメージを受けてしまうと、表示装置の信頼性が低下してしまう虞がある。例えば、有機 E L 素子のダメージは、表示装置のダークスポットの原因となる可能性がある。

20

【0108】

< 主要な特徴と効果について >

本実施の形態の主要な特徴のうちの一つは、基板 11 としてフレキシブル基板を用いたことである。本実施の形態の主要な特徴のうちの他の一つは、無機絶縁材料からなる保護膜 16 が、リモートプラズマ A L D 法により形成された絶縁膜 16 a と、絶縁膜 16 a 上にダイレクトプラズマ A L D 法により形成された絶縁膜 16 b とを有する積層膜からなることである。

30

【0109】

本実施の形態では、保護膜 16 をプラズマ A L D 法で形成している。このため、処理対象物 23 に上記パーティクル 41 が付着した状態で保護膜 16 を形成する場合でも、その保護膜 16 はプラズマ A L D 法で形成されるため、上記図 19 を参照して説明した理由により、保護膜 16 の形成後は、パーティクル 41 は保護膜 16 によって保持され、パーティクル 41 の脱落を防止することができる。これにより、パーティクル 41 の脱落に伴う不具合を防止することができるため、有機 E L 素子の信頼性を向上させることができ、また、有機 E L 素子を用いた表示装置の信頼性を向上させることができる。なお、処理対象物 23 にパーティクル 41 が付着した状態で保護膜 16 を A L D 法で形成した場合も、上記図 19 の状態と同じになる。

40

【0110】

しかしながら、本実施の形態とは異なり、上記図 20 の第 1 検討例のように、保護膜 116 全体をダイレクトプラズマ A L D 法により形成した場合には、上述したように、保護膜 116 を形成する際に有機 E L 素子がダメージ（電子やイオンによる物理的衝撃に起因したダメージ）を受けてしまう虞がある。

【0111】

それに対して、本実施の形態では、保護膜 16 の最下層は、ダイレクトプラズマ A L D 法ではなくリモートプラズマ A L D 法により形成された絶縁膜 16 a である。リモートプラズマ A L D 法により絶縁膜 16 a を形成しているため、絶縁膜 16 a を形成する際に、有機 E L 素子にはダメージが生じずに済む。なぜなら、リモートプラズマ A L D 法では、

50

プラズマ放電空間に処理対象物が配置されるのではなく、チャンバの外部で生成されたプラズマをチャンバの内部に導入しているため、プラズマ中の電子やイオンが処理対象物に衝突して物理的な衝撃を与えてしまうのを防止できるからである。つまり、ダイレクトプラズマALD法による成膜では、処理対象物に対して電子やイオンにより物理的衝撃が加わってしまうが、リモートプラズマALD法による成膜では、処理対象物に対してそのような物理的衝撃は加わずに済む。このため、本実施の形態では、リモートプラズマALD法を用いて絶縁膜16aを形成することで、絶縁膜16aを形成する際に、有機EL素子に電子やイオンの物理的衝撃が加わるのを防止することができ、それによって、有機EL素子にダメージが生じるのを防止することができる。

【0112】

図21は、本発明者が検討した第2検討例の表示装置の要部断面図であり、上記図3や図20に相当する断面が示されている。図21の第2検討例において、保護膜216は、本実施の形態の保護膜16に相当するものであるが、本実施の形態とは異なり、保護膜216全体が、リモートプラズマALD法によって形成されている。すなわち、保護膜216は、リモートプラズマALD法によって形成された1つの絶縁膜だけで構成されており、上記絶縁膜16bに相当するものは、図21の第2検討例では形成されていない。

【0113】

図21の第2検討例の場合も、保護膜216をリモートプラズマALD法によって形成しているため、保護膜216を形成する際に、有機EL素子にはダメージが生じずに済む。しかしながら、図21の第2検討例の場合は、保護膜216全体がリモートプラズマALD法によって形成されているため、保護膜216の水分に対するバリア性が低くなり、保護膜216の単位厚さ当たりの水分透過率が高くなってしまふ。なぜなら、ダイレクトプラズマALD法に比べて、リモートプラズマALD法では、緻密な膜（密度が高い膜）を形成することが困難であるため、水分に対するバリア性の高い膜を形成することが難しく、形成した膜の単位厚さ当たりの水分透過率が高くなってしまふからである。ダイレクトプラズマALD法に比べて、リモートプラズマALD法では、処理対象物の上方空間におけるプラズマ密度が低いため、成膜に必要なラジカルの密度も低くなり、処理対象物の表面に吸着していた原料ガス分子とラジカルとの反応性が低くなるので、形成される膜の密度（膜密度）が低くなると考えられる。

【0114】

それに対して、本実施の形態では、リモートプラズマALD法によって形成した絶縁膜16a上に、ダイレクトプラズマALD法で絶縁膜16bを形成している。リモートプラズマALD法に比べて、ダイレクトプラズマALD法は、緻密な膜を形成することができるため、水分に対するバリア性の高い膜を形成することができる。すなわち、リモートプラズマALD法よりもダイレクトプラズマALD法の方が、単位厚さ当たりの水分透過率が低い膜を形成することができる。これは、リモートプラズマALD法よりもダイレクトプラズマALD法の方が、処理対象物の表面に吸着していた原料ガス分子（原料ガスの吸着層）がラジカルと反応しやすく、より緻密な膜（密度が高い膜）が形成されるからである。すなわち、上記ステップS13よりも、上記ステップS23の方が、処理対象物23の上方空間（空間27に対応）におけるプラズマ密度（ラジカルの密度）が高くなるため、処理対象物23の表面に吸着していた原料ガス分子（原料ガスの吸着層）とラジカルとの反応性が高くなる。このため、本実施の形態では、リモートプラズマALD法によって形成された絶縁膜16a上にダイレクトプラズマALD法によって絶縁膜16bを形成することで、絶縁膜16a上に、絶縁膜16aよりも緻密（高密度）で水分に対するバリア性が高い絶縁膜16bを形成することができる。これにより、保護膜16の水分に対するバリア性を高めることができ、保護膜16の水分の透過率を低くすることができる。本実施の形態の保護膜16の厚さと上記図21の第2検討例の保護膜216の厚さとが同じであると仮定したときに、上記図21の第2検討例の保護膜216よりも、本実施の形態の保護膜16の方が、水分に対するバリア性が高くなり、すなわち水分の透過率が低くなる。つまり、単位厚さ当たりの水分透過率は、上記図21の第2検討例の保護膜216よりも

10

20

30

40

50

、本実施の形態の保護膜 16 の方が、低くなる。

【0115】

また、絶縁膜 16b は絶縁膜 16a 上に形成されるため、有機 EL 素子上に絶縁膜 16a が形成された状態で、絶縁膜 16a 上にダイレクトプラズマ ALD 法で絶縁膜 16b を形成することになる。絶縁膜 16b をダイレクトプラズマ ALD 法で形成する際には、有機 EL 素子上には既に絶縁膜 16a が存在し、この絶縁膜 16a が、電子やイオンの物理的な衝撃に対する緩衝材として機能することができるため、有機 EL 素子が物理的衝撃によりダメージを受けてしまうのを抑制または防止することができる。

【0116】

上記図 20 の第 1 検討例の場合は、ダイレクトプラズマ ALD 法により保護膜 116 を形成しているため、保護膜 116 を形成する際に有機 EL 素子がダメージを受けてしまうことが懸念され、一方、図 21 の第 2 検討例の場合は、リモートプラズマ ALD 法により保護膜 216 を形成しているため、保護膜 216 の水分に対するバリア性が低くなることが懸念される。本実施の形態では、本実施の形態では、保護膜 16 の最下層として、リモートプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16a を適用したことにより、絶縁膜 16a を形成する際に有機 EL 素子にダメージが生じるのを防止できる。そして、絶縁膜 16a 上にダイレクトプラズマ ALD 法で絶縁膜 16b を形成したことにより、保護膜 16 の水分に対するバリア性を高めることができる。これにより、保護膜 16 の成膜に伴い有機 EL 素子がダメージを受けてしまうのを防止できるとともに、保護膜 16 の水分に対するバリア性を高めることができる。従って、表示装置の信頼性を向上させることができる。

【0117】

本実施の形態の他の特徴について、更に説明する。

【0118】

本実施の形態では、保護膜 16 を、絶縁膜 16a と絶縁膜 16b との積層膜とするとともに、絶縁膜 16a と絶縁膜 16b のそれぞれの厚さも工夫している。以下、具体的に説明する。

【0119】

本実施の形態では、基板 11 としてフレキシブル基板を用いているため、保護膜 16 の折り曲げ耐性を向上させて、折り曲げに伴い保護膜 16 にクラックが生じないようにすることが望まれる。

【0120】

そこで、保護膜 16 の厚さを薄くすることで、保護膜の折り曲げ耐性を向上させることが考えられる。保護膜 16 の厚さを薄くすれば、保護膜 16 の折り曲げ耐性が向上し、折り曲げに伴う保護膜 16 のクラックが生じにくくなる。しかしながら、その反面、保護膜 16 の厚さを薄くすると、その保護膜 16 を水分が透過しやすくなる。従って、基板 11 としてフレキシブル基板を用いる場合には、保護膜 16 の厚さを薄くしても、保護膜 16 の水分に対するバリア性を確保できるようにすることが望まれる。

【0121】

そこで、本実施の形態では、保護膜 16 を、リモートプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16a と、ダイレクトプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16b との積層膜により形成するとともに、絶縁膜 16b の厚さ（膜厚） T_2 を、絶縁膜 16a の厚さ（膜厚） T_1 よりも厚くしている（すなわち $T_2 > T_1$ ）。これにより、保護膜 16 の厚さを薄くしても、保護膜 16 の水分に対するバリア性を効率的に確保することができる。その理由について、以下に説明する。なお、厚さ T_1 は、図 3 および図 10 に示され、厚さ T_2 は、図 3 および図 11 に示されている。

【0122】

すなわち、リモートプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16a よりも、ダイレクトプラズマ ALD 法により形成された絶縁膜 16b の方が、水分に対するバリア性が高く、単位厚さ当たりの水分の透過率は低い。そこで、本実施の形態では、保護膜 16 の厚さのうち、絶縁膜 16a に配分する厚さよりも、絶縁膜 16b に配分する厚さを大きくする

。つまり、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 よりも、絶縁膜 16 b の厚さ T_2 を厚くする ($T_2 > T_1$)。絶縁膜 16 a, 16 b のうち、単位厚さ当たりの水分の透過率が低い絶縁膜 16 b を厚くしたことにより、保護膜 16 の水分に対するバリア性を高めることができる。また、絶縁膜 16 a, 16 b のうち、単位厚さ当たりの水分の透過率が高い絶縁膜 16 a を薄くしたことにより、保護膜 16 全体の厚さを抑制することができる。これにより、保護膜 16 の厚さを抑制しながら、保護膜 16 の水分に対するバリア性を効率的に確保することができる。

【0123】

つまり、保護膜 16 の厚さを一定にした場合を仮定する。この場合、絶縁膜 16 a を厚くして、その分だけ絶縁膜 16 b を薄くすると、単位厚さ当たりの水分の透過率が低い絶縁膜 16 b の厚さが薄くなることを反映して、保護膜 16 全体の水分の透過率が高くなってしまふ。一方、絶縁膜 16 a を薄くして、その分だけ絶縁膜 16 b を厚くすると、単位厚さ当たりの水分の透過率が低い絶縁膜 16 b の厚さが厚くなることを反映して、保護膜 16 全体の水分の透過率を低下させることができる。このため、保護膜 16 全体の厚さを増加させずに、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を効率的に高めるためには、絶縁膜 16 a を薄くして、その分だけ絶縁膜 16 b を厚くすることが有効である。それゆえ、絶縁膜 16 a よりも絶縁膜 16 b を厚くする ($T_2 > T_1$) ことが好ましい。

【0124】

また、絶縁膜 16 b をダイレクトプラズマ ALD 法で形成する際には、絶縁膜 16 a が、電子やイオンの物理的な衝撃に対する緩衝材として機能し、有機 EL 素子が物理的衝撃によりダメージを受けてしまうのを抑制または防止することができる。しかしながら、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 が薄すぎると、そのような緩衝材としての機能が低くなり、絶縁膜 16 b をダイレクトプラズマ ALD 法で形成する際に、有機 EL 素子が物理的衝撃によりダメージを受けてしまうのを抑制または防止する効果を、十分には得られなくなる虞がある。このため、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 は、絶縁膜 16 b の厚さ T_2 よりも薄くするが、10 nm 以上であることが好ましい (すなわち $T_1 \geq 10 \text{ nm}$)。絶縁膜 16 a の厚さ T_1 を 10 nm 以上 ($T_1 \geq 10 \text{ nm}$) とすることにより、絶縁膜 16 b をダイレクトプラズマ ALD 法で形成する際に、有機 EL 素子が物理的衝撃によりダメージを受けてしまうのを抑制または防止する効果を、的確に得ることができる。

【0125】

また、絶縁膜 16 a は絶縁膜 16 b に比べて単位厚さ当たりの水分の透過率が高いことから、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 は、絶縁膜 16 b をダイレクトプラズマ ALD 法で形成する際に有機 EL 素子が物理的衝撃によりダメージを受けてしまうのを防止できる厚さを確保すれば、あまり厚くさせ過ぎない方が、保護膜 16 全体の厚さを抑制する観点で有利である。このため、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 は、20 nm 以下 ($T_1 \leq 20 \text{ nm}$) であることが、より好ましい。このため、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 は、10 ~ 20 nm がより好ましい。

【0126】

また、基板 11 としてフレキシブル基板を用いた場合、フレキシブル基板 (表示装置) を小さな折り曲げ半径で折り曲げたときでも、保護膜 16 にクラックが発生しないようにするためには、保護膜 16 の厚さを薄くすることが有効であり、保護膜 16 の厚さを 100 nm 以下にすれば、特に好適である。保護膜 16 の厚さを薄くすることは、保護膜 16 の水分に対するバリア性が低下することが懸念されるが、本実施の形態では、上述の工夫を行うことにより、保護膜 16 の厚さを抑制しながら、保護膜 16 の水分に対するバリア性を効率的に確保することができる。このため、本実施の形態を適用すれば、保護膜 16 の水分に対するバリア性を的確に確保しながら、保護膜 16 の厚さを薄くすることができ、例えば 100 nm 以下にすることもできるため、フレキシブル基板 (表示装置) を小さな折り曲げ半径で折り曲げたときでも、保護膜 16 にクラックが発生するのを防止することができる。なお、保護膜 16 の厚さが 100 nm 以下であることは、絶縁膜 16 a の厚さ T_1 と絶縁膜 16 b の厚さ T_2 との合計が 100 nm 以下 (すなわち $T_1 + T_2 \leq 100$

10

20

30

40

50

0 nm) であることに対応している。

【0127】

また、本実施の形態とは異なり、絶縁膜16aに相当するものと、絶縁膜16bに相当するものとが、異なる材料により構成されている場合を仮定する。この場合、絶縁膜16aに相当するものを形成するためのチャンバ(成膜容器)と、絶縁膜16bに相当するものを形成するチャンバ(成膜容器)とを、別々に用意する必要があり、従って、保護膜の形成工程の途中で処理対象物を2つのチャンバ間で移動させる必要がある。この場合、保護膜を形成するのに要する時間が長くなり、スループットが低下してしまう。

【0128】

それに対して、本実施の形態では、保護膜16を構成する絶縁膜16aと絶縁膜16bとは、構成元素が互いに同じであり、同じ材料により形成されている。すなわち、保護膜16全体が、同じ材料により形成されている。このため、保護膜16を構成する絶縁膜16aと絶縁膜16bとは、同じ成膜装置21の同じチャンバ22(成膜容器)内で連続的に形成することができる。すなわち、保護膜16の形成を開始する段階から保護膜16の形成を終了するまで、言い換えると、絶縁膜16aの形成を開始する段階から、絶縁膜16bの形成を終了するまでの間、処理対象物23は、上記成膜装置21の同じチャンバ22内に配置されており、従って、大気中にはさらされない。本実施の形態では、保護膜16を構成する絶縁膜16a、16bを、同じチャンバ22内で連続的に形成することができるため、保護膜16の形成に要する時間を短縮することができ、スループットを向上させることができる。

【0129】

また、保護膜16は、全体が同じ材料により形成されているため、上記図20の第1検討例を参照して説明した課題や、上記図21の第2検討例を参照して説明した課題に気付かなければ、保護膜16を絶縁膜16aと絶縁膜16bとに分けることはせず、保護膜16全体を同じ成膜法で形成するはずである。本願発明者は、上記図20の第1検討例を参照して説明した課題や、上記図21の第2検討例を参照して説明した課題に気付いたからこそ、保護膜16を、互いに同じ材料からなる2つの絶縁膜16a、16bに分けるとともに、その絶縁膜16a、16bを、互いに異なる成膜法で形成している。

【0130】

また、有機EL素子(特に有機層14)は高温に弱いため、保護膜16の成膜温度、すなわち絶縁膜16aおよび絶縁膜16bの各成膜温度は、有機EL素子(特に有機層14)に悪影響を及ぼさないように、比較的低温であることが好ましく、具体的には、100以下であることが好ましく、例えば80程度とすることができる。このため、保護膜16の材料は、水分保護膜としての機能が優れていることと、リモートプラズマALD法やダイレクトプラズマALD法を用いて比較的低温での成膜が可能であることとを考慮して、選択することが望ましい。なお、保護膜16の材料とは、保護膜16を構成する絶縁膜16aおよび絶縁膜16bの材料のことである。この観点で、保護膜16の材料としては、酸化シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸窒化アルミニウムまたは窒化アルミニウムが好ましく、そのうち特に好ましいのは、酸化アルミニウムまたは酸化シリコンである。

【0131】

以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【符号の説明】

【0132】

- 1 表示装置
- 2 表示部
- 3 回路部
- 9 ガラス基板

10

20

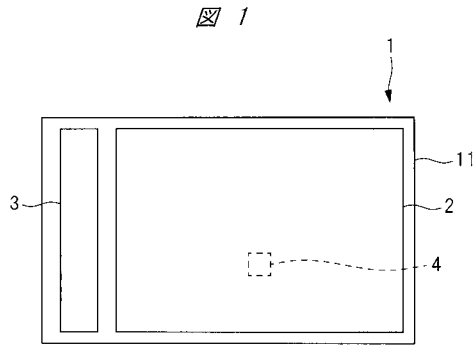
30

40

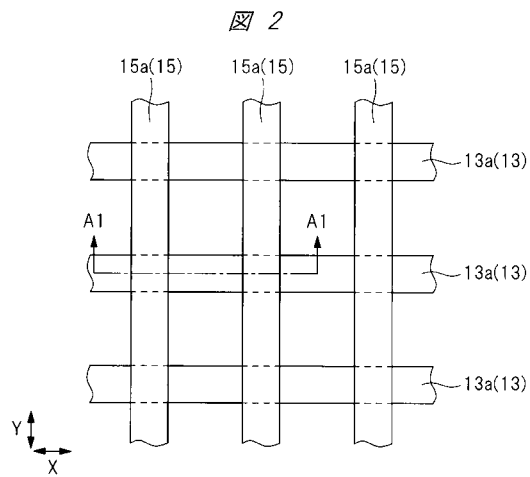
50

1 0	基板	
1 1	基板	
1 2	パッシベーション膜	
1 3	電極層	
1 3 , 1 5	電極層	
1 3 a , 1 5 a	電極	
1 4	有機層	
1 6 , 1 1 6 , 2 1 6	保護膜	
1 6 a , 1 6 b	絶縁膜	
1 7	絶縁膜	10
2 1	成膜装置	
2 2	チャンバ	
2 2 a	天板部	
2 2 b	側壁部	
2 3	処理対象物	
2 4	ステージ	
2 4 a	サセプタ	
2 4 b	ステージ本体部	
2 5	上部電極	
2 6	高周波電源	20
2 7	空間	
2 8 , 2 9	開口部	
3 1 a , 3 1 b	側面	
3 3	原料ガス導入経路	
3 4 , 3 6	パージガス導入経路	
3 5	反応ガス導入経路	
3 7	ラジカル導入経路	
3 8	リモートプラズマ生成部	
4 1	パーティクル	
4 2 , 4 3	保護膜	30
T 1 , T 2	厚さ	

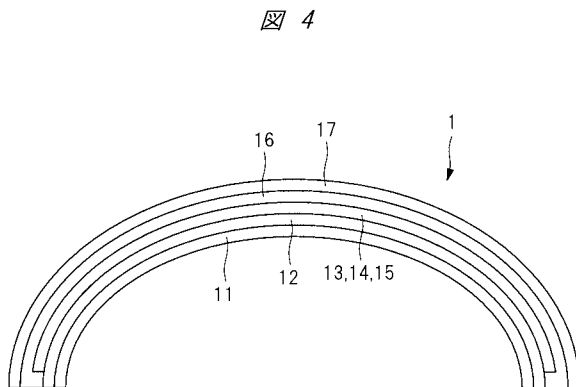
【図 1】



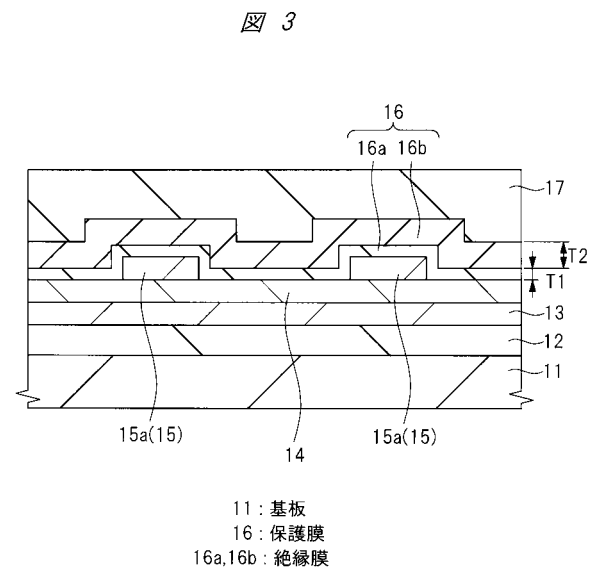
【図 2】



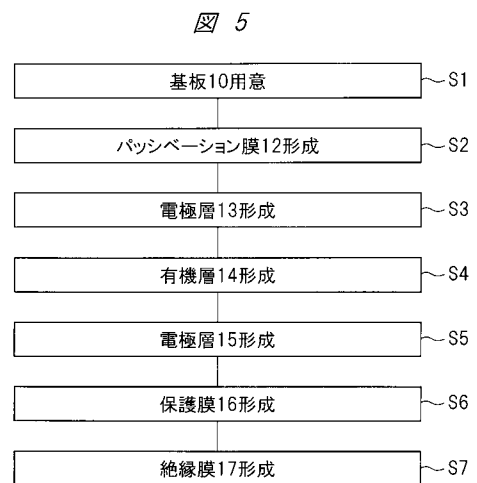
【図 4】



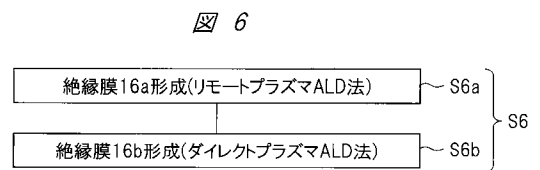
【図 3】



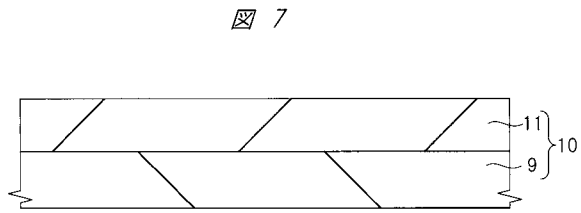
【図 5】



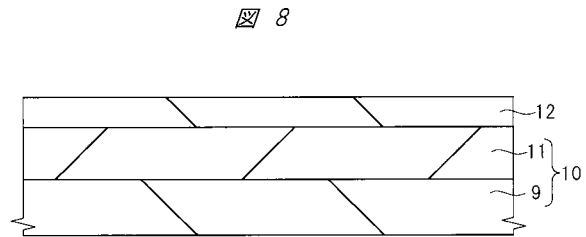
【図 6】



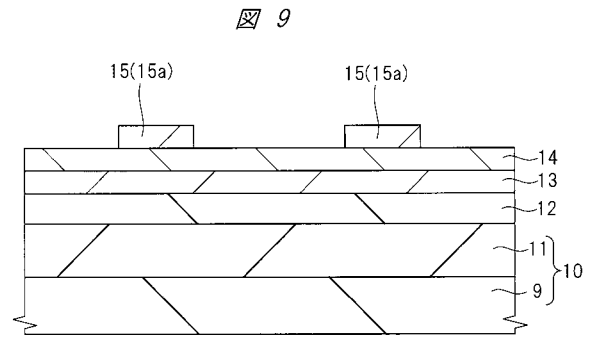
【図 7】



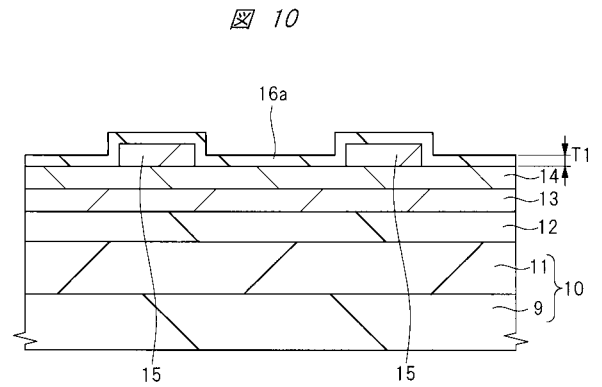
【図 8】



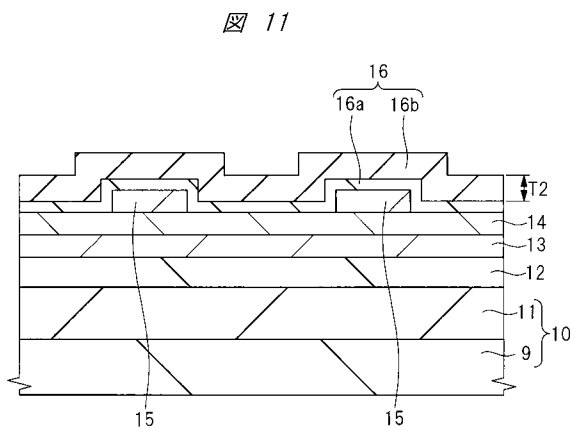
【図 9】



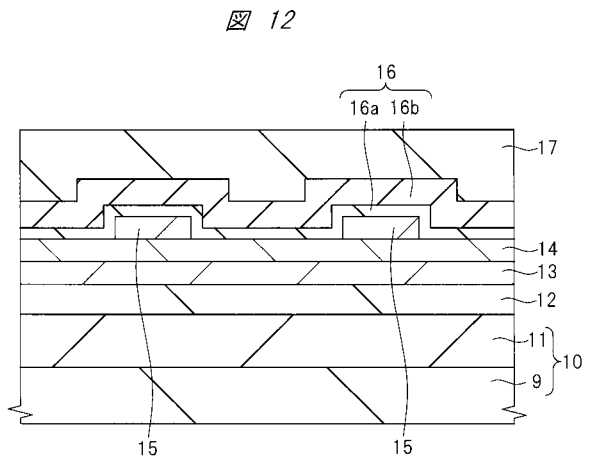
【図 10】



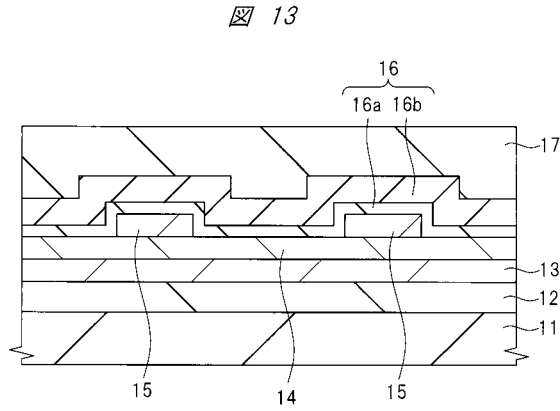
【図 11】



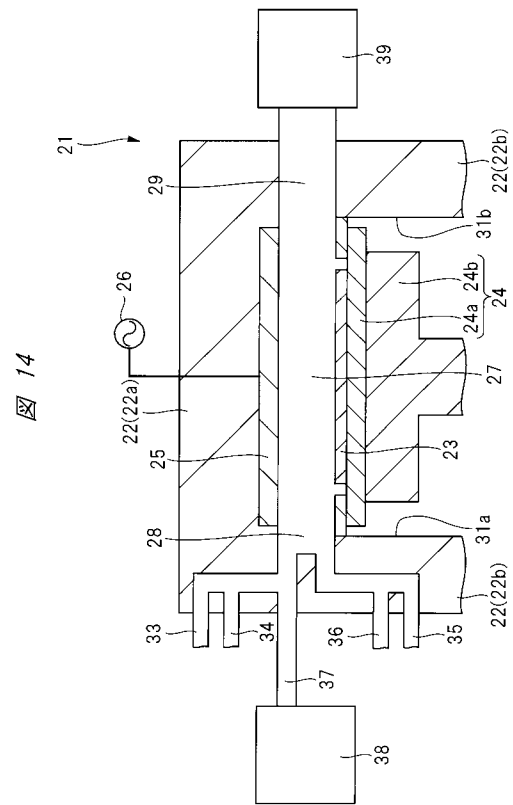
【図 12】



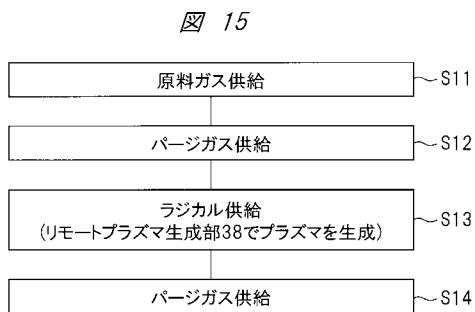
【図 13】



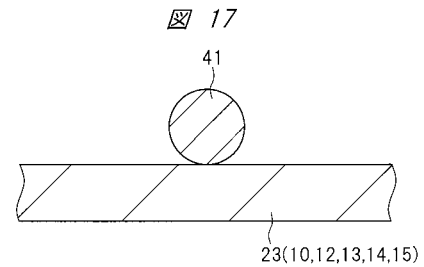
【図 14】



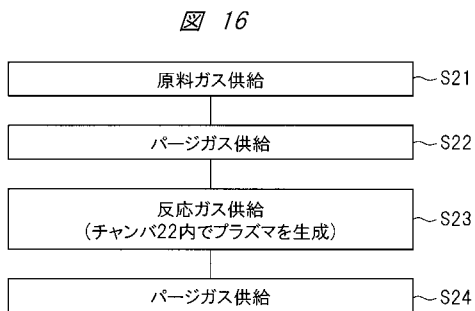
【図 15】



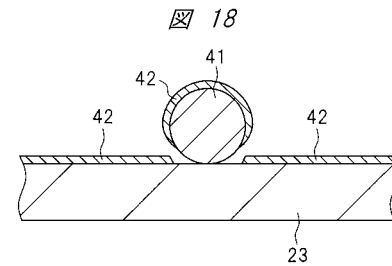
【図 17】



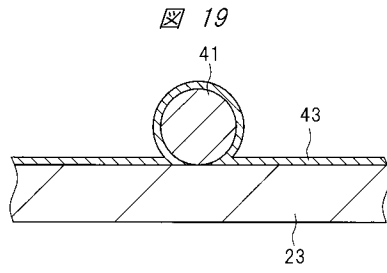
【図 16】



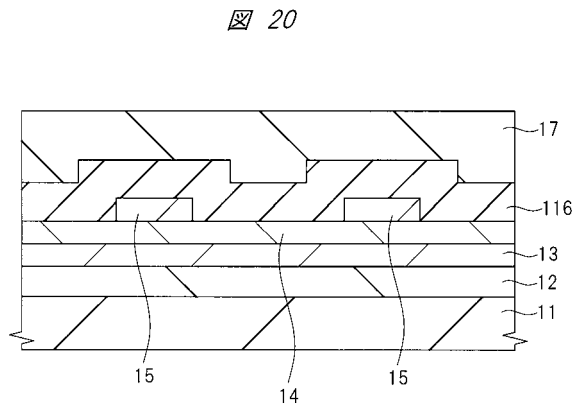
【図 18】



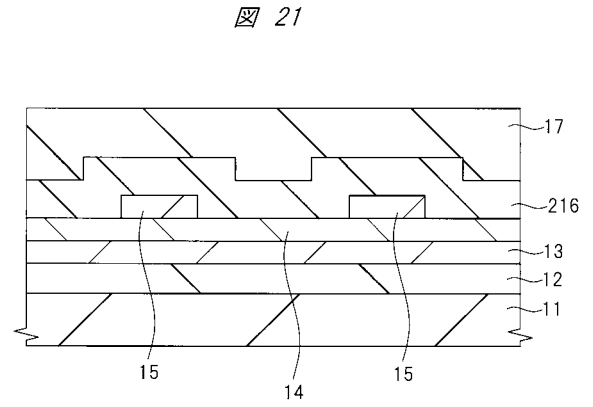
【図 19】



【図 20】



【図 21】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)	
<i>C 2 3 C 16/42 (2006.01)</i>	C 2 3 C	16/42			
<i>C 2 3 C 16/40 (2006.01)</i>	C 2 3 C	16/40			
<i>C 2 3 C 16/44 (2006.01)</i>	C 2 3 C	16/44		A	
<i>G 0 9 F 9/00 (2006.01)</i>	G 0 9 F	9/00	3 3 8		
<i>G 0 9 F 9/30 (2006.01)</i>	G 0 9 F	9/30	3 6 5		
	G 0 9 F	9/30	3 0 8 Z		
	G 0 9 F	9/30	3 4 8 A		

F ターム(参考)	4K030	AA11	AA14	BA02	BA22	BA35	BA40	BA42	BA43	BA44	BA46
		BB12	CA07	CA12	FA01	HA01	JA01	KA30	LA02	LA18	
	5C094	AA38	BA27	DA06	DA07	DA15	FA02	FB15	GB01	JA08	
	5G435	AA13	BB05	HH14	HH18	KK05	KK10				

专利名称(译)	显示装置的制造方法及显示装置		
公开(公告)号	JP2020035567A	公开(公告)日	2020-03-05
申请号	JP2018159097	申请日	2018-08-28
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日本制钢所		
申请(专利权)人(译)	有限公司日本钢铁厂		
[标]发明人	松本 竜弥 鷲尾 圭亮		
发明人	松本 竜弥 鷲尾 圭亮		
IPC分类号	H05B33/10 H01L27/32 H01L51/50 H05B33/02 H05B33/04 C23C16/42 C23C16/40 C23C16/44 G09F9/00 G09F9/30		
FI分类号	H05B33/10 H01L27/32 H05B33/14.A H05B33/02 H05B33/04 C23C16/42 C23C16/40 C23C16/44.A G09F9/00.338 G09F9/30.365 G09F9/30.308.Z G09F9/30.348.A		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC23 3K107/CC25 3K107/CC27 3K107/CC33 3K107/CC43 3K107/DD17 3K107/EE48 3K107/EE50 3K107/FF15 3K107/GG03 3K107/GG28 4K030/AA11 4K030/AA14 4K030/BA02 4K030/BA22 4K030/BA35 4K030/BA40 4K030/BA42 4K030/BA43 4K030/BA44 4K030/BA46 4K030/BB12 4K030/CA07 4K030/CA12 4K030/FA01 4K030/HA01 4K030/JA01 4K030/KA30 4K030/LA02 4K030/LA18 5C094/AA38 5C094/BA27 5C094/DA06 5C094/DA07 5C094/DA15 5C094/FA02 5C094/FB15 5C094/GB01 5C094/JA08 5G435/AA13 5G435/BB05 5G435/HH14 5G435/HH18 5G435/KK05 5G435/KK10		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题:提高具有有机EL元件的显示装置的可靠性。制造具有有机EL元件的显示装置的方法包括以下步骤:在由柔性基板制成的基板11上形成有机EL元件,以及由无机绝缘材料制成的保护膜16覆盖有机EL元件。并形成一个步骤。形成保护膜16的步骤包括使用远程等离子体ALD法形成绝缘膜16a以覆盖有机EL元件的步骤,以及使用直接等离子体ALD法在绝缘膜16a上形成绝缘膜16b的步骤。和执行的步骤。保护膜16由包括绝缘膜16a和绝缘膜16b的层压膜形成,并且绝缘膜16a和绝缘膜16b具有相同的构成要素。[选择图]图3

