

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-28996

(P2018-28996A)

(43) 公開日 平成30年2月22日(2018.2.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 33/04 (2006.01)</b>	H05B 33/04	3K107
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/14	A
<b>H05B 33/10 (2006.01)</b>	H05B 33/10	
<b>H05B 33/02 (2006.01)</b>	H05B 33/02	

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-159659 (P2016-159659)  
 (22) 出願日 平成28年8月16日 (2016.8.16)

申請有り

(71) 出願人 000004215  
 株式会社日本製鋼所  
 東京都品川区大崎一丁目11番1号  
 (74) 代理人 110002066  
 特許業務法人筒井国際特許事務所  
 (72) 発明者 鷲尾 圭亮  
 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号  
 株式会社日本製鋼所内  
 (72) 発明者 松本 竜弥  
 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号  
 株式会社日本製鋼所内  
 (72) 発明者 次田 純一  
 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号  
 株式会社日本製鋼所内

最終頁に続く

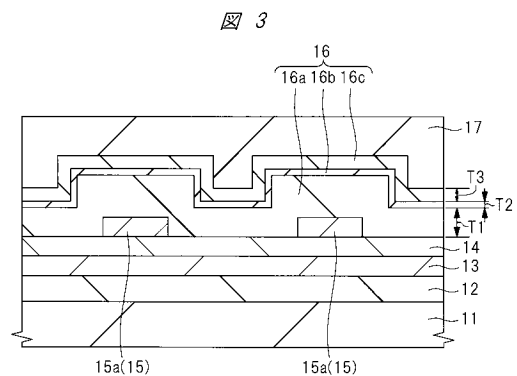
(54) 【発明の名称】 有機EL素子用の保護膜の形成方法、表示装置の製造方法および表示装置

(57) 【要約】

【課題】有機EL素子用の保護膜の性能を向上させる。

【解決手段】有機EL素子を有する表示装置の製造方法は、基板11上に有機EL素子を形成する工程と、有機EL素子を覆うように保護膜16を形成する工程と、を有する。保護膜16は、Siを含有する絶縁膜16aと、Alを含有する絶縁膜16bと、Siを含有する絶縁膜16cとを有する積層膜からなる。保護膜16を形成する工程は、有機EL素子を覆うように絶縁膜16aをプラズマCVD法を用いて形成する工程と、絶縁膜16a上に絶縁膜16bをALD法を用いて形成する工程と、絶縁膜16b上に絶縁膜16cをプラズマCVD法を用いて形成する工程と、を有する。

【選択図】 図3



11: 基板  
 16: 保護膜  
 16a,16b,16c: 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 素子用の保護膜の形成方法：

( a ) 前記有機 E L 素子を覆うように、S i を含有する第 1 絶縁膜を、プラズマ C V D 法を用いて形成する工程；

( b ) 前記第 1 絶縁膜上に、A l を含有する第 2 絶縁膜を、A L D 法を用いて形成する工程；

( c ) 前記第 2 絶縁膜上に、S i を含有する第 3 絶縁膜を、プラズマ C V D 法を用いて形成する工程、

ここで、

前記第 1 絶縁膜、前記第 2 絶縁膜および前記第 3 絶縁膜からなる積層膜により、前記有機 E L 素子用の保護膜が形成される。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記第 1 絶縁膜は、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなり、

前記第 2 絶縁膜は、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜からなり、

前記第 3 絶縁膜は、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなる、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記第 1 絶縁膜は、窒化シリコン膜からなり、

前記第 2 絶縁膜は、酸化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜からなり、

前記第 3 絶縁膜は、窒化シリコン膜からなる、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記第 1 絶縁膜の第 1 厚さは、前記第 2 絶縁膜の第 2 厚さよりも厚く、かつ、前記第 3 絶縁膜の第 3 厚さよりも厚い、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 5】

請求項 4 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記第 2 絶縁膜の前記第 2 厚さは、10 nm 以上である、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 6】

請求項 5 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記第 3 絶縁膜の前記第 3 厚さは、10 nm 以上である、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 7】

請求項 1 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記 ( a ) 工程および前記 ( c ) 工程では、プラズマ C V D 法として、I C P - C V D 法が用いられる、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 8】

請求項 1 記載の有機 E L 素子用の保護膜の形成方法において、

前記第 2 絶縁膜は、前記第 1 絶縁膜に接し、

前記第 3 絶縁膜は、前記第 2 絶縁膜に接している、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法。

## 【請求項 9】

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 ) 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、S i を含有する第 1 絶縁膜を、プラズマ C V D

法を用いて形成する工程；

(c) 前記第1絶縁膜上に、Alを含有する第2絶縁膜を、ALD法を用いて形成する工程；

(d) 前記第2絶縁膜上に、Siを含有する第3絶縁膜を、プラズマCVD法を用いて形成する工程、

ここで、

前記第1絶縁膜、前記第2絶縁膜および前記第3絶縁膜からなる積層膜により、前記有機EL素子用の保護膜が形成される。

【請求項10】

請求項9記載の表示装置の製造方法において、

前記第1絶縁膜は、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなり、

前記第2絶縁膜は、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜からなり、

前記第3絶縁膜は、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなる、表示装置の製造方法。

【請求項11】

請求項9記載の表示装置の製造方法において、

前記第1絶縁膜は、窒化シリコン膜からなり、

前記第2絶縁膜は、酸化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜からなり、

前記第3絶縁膜は、窒化シリコン膜からなる、表示装置の製造方法。

【請求項12】

請求項9記載の表示装置の製造方法において、

(e) 前記(d)工程後、前記第3絶縁膜上に樹脂膜を形成する工程、

を更に有する、表示装置の製造方法。

【請求項13】

請求項9記載の表示装置の製造方法において、

前記第1絶縁膜の第1厚さは、前記第2絶縁膜の第2厚さよりも厚く、かつ、前記第3絶縁膜の第3厚さよりも厚い、表示装置の製造方法。

【請求項14】

請求項13記載の表示装置の製造方法において、

前記第2絶縁膜の前記第2厚さは、10nm以上である、表示装置の製造方法。

【請求項15】

請求項14記載の表示装置の製造方法において、

前記第3絶縁膜の前記第3厚さは、10nm以上である、表示装置の製造方法。

【請求項16】

請求項13記載の表示装置の製造方法において、

前記基板は、フレキシブル基板である、表示装置の製造方法。

【請求項17】

請求項16記載の表示装置の製造方法において、

前記第1の厚さと前記第2の厚さと前記第3の厚さの合計は、200nm以下である、表示装置の製造方法。

【請求項18】

請求項9記載の表示装置の製造方法において、

前記(b)工程および前記(d)工程では、プラズマCVD法として、ICP-CVD法が用いられる、表示装置の製造方法。

【請求項19】

請求項9記載の表示装置の製造方法において、

前記第2絶縁膜は、前記第1絶縁膜に接し、

前記第3絶縁膜は、前記第2絶縁膜に接している、表示装置の製造方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 20】

基板、

前記基板上に形成された有機 E L 素子、

前記有機 E L 素子を覆うように形成された第 1 絶縁膜、

前記第 1 絶縁膜上に形成された第 2 絶縁膜、

前記第 2 絶縁膜上に形成された第 3 絶縁膜、

を有する表示装置であって、

前記第 1 絶縁膜は、プラズマ C V D 法を用いて形成された、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなり、

前記第 2 絶縁膜は、A L D 法により形成された、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜からなり、

前記第 3 絶縁膜は、プラズマ C V D 法を用いて形成された、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなり、

前記第 1 絶縁膜、前記第 2 絶縁膜および前記第 3 絶縁膜からなる積層膜により、前記有機 E L 素子用の保護膜が形成されている、表示装置。

10

## 【請求項 21】

請求項 20 記載の表示装置において、

前記基板は、フレキシブル基板であり、

前記第 1 絶縁膜の第 1 厚さは、前記第 2 絶縁膜の第 2 厚さよりも厚く、かつ、前記第 3 絶縁膜の第 3 厚さよりも厚い、表示装置。

20

## 【請求項 22】

請求項 21 記載の表示装置において、

前記第 3 絶縁膜上に形成された樹脂膜を更に有する、表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機 E L 素子用の保護膜の形成方法、表示装置の製造方法および表示装置に関し、例えば、有機 E L 表示装置の製造方法、および有機 E L 表示装置に好適に利用できるものである。

## 【背景技術】

30

## 【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 E L 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を有機物質で生じさせる素子を有機 E L 素子 (有機エレクトロルミネッセンス素子) と呼ぶ。有機 E L 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: O L E D) とも呼ばれる。

## 【0003】

特開 2013 - 187019 号公報 (特許文献 1) および特開 2015 - 69857 号公報 (特許文献 2) には、有機 E L 表示装置に関する技術が記載されている。特開 2001 - 284042 号公報 (特許文献 3) には、有機 E L 素子に関する技術が記載されている。特開 2006 - 278486 号公報 (特許文献 4) には、A L D 法による成膜に関する技術が記載されている。国際公開第 2012 / 039310 号 (特許文献 5) には、有機 E L 素子の製造方法に関する技術が記載されている。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】日本国特開 2013 - 187019 号公報

【特許文献 2】日本国特開 2015 - 69857 号公報

50

【特許文献3】日本国特開2001-284042号公報

【特許文献4】日本国特開2006-278486号公報

【特許文献5】国際公開第2012/039310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。有機EL素子用の保護膜においても、性能を向上させることが望まれる。

【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、保護膜の形成方法は、(a)有機EL素子を覆うように、Siを含有する第1絶縁膜をプラズマCVD法を用いて形成する工程、(b)前記第1絶縁膜上に、Alを含有する第2絶縁膜をALD法を用いて形成する工程、(c)前記第2絶縁膜上に、Siを含有する第3絶縁膜をプラズマCVD法を用いて形成する工程、を有する。前記第1絶縁膜と前記第2絶縁膜と前記第3絶縁膜とを有する積層膜により、前記有機EL素子用の保護膜が形成される。

【発明の効果】

【0008】

一実施の形態によれば、有機EL素子用の保護膜の性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【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】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5】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6】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。

【図7】図6に続く表示装置の製造工程中の要部断面図である。

【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】プラズマCVD法を用いた成膜用チャンバの構成の一例を示す断面図である。

【図16】ALD法を用いた成膜用チャンバの構成の一例を示す断面図である。

【図17】図9の一部を拡大して示した部分拡大断面図である。

【図18】図10の一部を拡大して示した部分拡大断面図である。

【図19】図11の一部を拡大して示した部分拡大断面図である。

【図20】比較例の断面図である。

【図21】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22】保護膜の水分透過率について実験した結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 0 】

以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

10

## 【 0 0 1 1 】

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。

## 【 0 0 1 2 】

また、実施の形態で用いる図面においては、断面図であっても図面を見易くするためにハッチングを省略する場合もある。また、平面図であっても図面を見易くするためにハッチングを付す場合もある。

20

## 【 0 0 1 3 】

（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。

## 【 0 0 1 4 】

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

## 【 0 0 1 5 】

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、例えば矩形形状である。

## 【 0 0 1 6 】

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

## 【 0 0 1 7 】

表示装置 1 のベースを構成する基板 1 1 は、絶縁性を有している。また、基板 1 1 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 1 1 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 1 1 は、更に透光性を有する場合もあり得る。基板 1 1 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 1 1 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 1 1 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、例えば矩形形状とすることができる。なお、基板 1 1 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。

【0018】

基板11の上面には、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

【0019】

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。

【0020】

基板11の上面には、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

【0021】

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、陽極および陰極うちの一方を構成し、電極層15は、陽極および陰極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。

【0022】

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

【0023】

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

【0024】

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。

【0025】

50

電極層 13 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 13 は、X 方向に延在するライン状の電極（電極パターン）13 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 15 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 15 は、Y 方向に延在するライン状の電極（電極パターン）15 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 13 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 15 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 11 の上面に略平行な方向でもある。

#### 【0026】

電極層 15 を構成する各電極 15 a の延在方向は Y 方向であり、電極層 13 を構成する各電極 13 a の延在方向は X 方向であるため、電極 15 a と電極 13 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 11 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 15 a と電極 13 a との各交差部においては、電極 15 a と電極 13 a とで有機層 14 が上下に挟まれた構造を有している。このため、電極 15 a と電極 13 a との各交差部に、電極 13 a と電極 15 a と電極 13 a , 15 a 間の有機層 14 とで構成される有機 EL 素子（画素を構成する有機 EL 素子）が形成され、その有機 EL 素子により画素が形成される。電極 15 a と電極 13 a との間に所定の電圧が印加されることで、その電極 15 a , 電極 13 a 間に挟まれた部分の有機層 14 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 EL 素子が発光することができる。電極 15 a が、有機 EL 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 13 a が、有機 EL 素子の下部電極（陽極または陰極の他方）として機能する。

#### 【0027】

なお、有機層 14 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 13 と同じパターン（すなわち電極層 13 を構成する複数の電極 13 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 15 と同じパターン（すなわち電極層 15 を構成する複数の電極 15 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 13 を構成する複数の電極 13 a と電極層 15 を構成する複数の電極 15 a との各交点には、有機層 14 が存在している。

#### 【0028】

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 11 上に有機 EL 素子（画素）がアレイ状に複数配列した状態になっている。

#### 【0029】

なお、ここでは、電極層 13 , 15 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 EL 素子（画素）において、X 方向に並んだ有機 EL 同士では、下部電極（電極 13 a）同士が繋がっており、また、Y 方向に並んだ有機 EL 同士では、上部電極（電極 15 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 EL 素子の構造は、種々変更可能である。

#### 【0030】

例えば、アレイ状に配列した複数の有機 EL 素子が、上部電極でも下部電極でも互い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 EL 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 EL 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 EL 素子に加えて TFT（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。

#### 【0031】

基板 11（パッシベーション膜 12）の上面には、有機 EL 素子を覆うように、従って電極層 13 と有機層 14 と電極層 15 とを覆うように、保護膜（保護層）16 が形成されている。表示部 2 に有機 EL 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。

#### 【0032】

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。

10

#### 【0033】

本実施の形態では、保護膜16は、絶縁膜(絶縁層)16aと、絶縁膜16a上の絶縁膜(絶縁層)16bと、絶縁膜16b上の絶縁膜(絶縁層)16c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と絶縁膜16cとの3つの層を有している。

20

#### 【0034】

保護膜16を構成する絶縁膜16a, 16b, 16cのうち、絶縁膜16aと絶縁膜16cとは、それぞれ、プラズマCVD(Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成長)法により形成された絶縁膜であり、絶縁膜16bは、ALD(Atomic Layer Deposition: 原子層堆積)法で形成された絶縁膜である。絶縁膜16aと絶縁膜16cとは、それぞれ、ICP(Inductively Coupled Plasma)-CVD法(誘導結合型プラズマCVD法)により形成されていれば、更に好ましい。

#### 【0035】

絶縁膜16aとしては、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜を好適に用いることができるが、窒化シリコン膜が最も好ましい。また、絶縁膜16cとしては、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜を好適に用いることができるが、窒化シリコン膜が最も好ましい。

30

#### 【0036】

絶縁膜16bとしては、アルミニウム(Al)を含有する絶縁膜を用いることができ、例えば、酸化アルミニウム膜、酸窒化アルミニウム膜または窒化アルミニウム膜を好適に用いることができるが、その中でも、酸化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜が特に好ましい。

#### 【0037】

保護膜16上には、樹脂膜(樹脂層、樹脂絶縁膜、有機絶縁膜)17が形成されている。すなわち、絶縁膜16c上に樹脂膜17が形成されている。樹脂膜17の材料としては、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。

40

#### 【0038】

樹脂膜17は、その形成を省略することもできる。但し、樹脂膜17を形成しない場合よりも、樹脂膜17を形成した場合の方が、より好ましい。樹脂膜17は、柔らかいため、樹脂膜17を設けることで、表示装置1を扱いやすくなる。

#### 【0039】

<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4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5は、本実施の形態

50

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 6 ~ 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。

【0040】

図 6 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 4 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。

10

【0041】

次に、図 7 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 4 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。

【0042】

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。

【0043】

次に、図 8 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 とからなる有機 EL 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 4 のステップ S3, S4, S5）。この工程は、例えば、次のようにして行うことができる。

20

【0044】

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 4 のステップ S3）。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ン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 4 のステップ S4）。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。それから、有機層 14 上に電極層 15 を形成する（図 4 のステップ S5）。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。

30

【0045】

電極層 13 と有機層 14 と電極層 15 とからなる有機 EL 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 4 のステップ S6）。保護膜 16 は、有機 EL 素子を覆うように形成される。

【0046】

保護膜 16 は、絶縁膜 16a と絶縁膜 16a 上の絶縁膜 16b と絶縁膜 16b 上の絶縁膜 16c との積層膜からなるため、ステップ S6 の保護膜 16 形成工程は、図 5 に示されるように、ステップ S6a の絶縁膜 16a 形成工程と、ステップ S6b の絶縁膜 16b 形成工程と、ステップ S6c の絶縁膜 16c 形成工程と、を有している。ステップ S6a の絶縁膜 16a 形成工程の後に、ステップ S6b の絶縁膜 16b 形成工程が行われ、更にその後ステップ S6c の絶縁膜 16c 形成工程が行われる。

40

【0047】

このため、ステップ S6 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 9 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 16a をプラズマ CVD 法を用いて形成する（図 5 のステップ S6a）。絶縁膜 16a は、有機 EL 素子を覆うように形成される。それから、図 10 に示されるように、絶縁膜 16a 上に絶縁膜 16b を、ALD 法を用いて形成する（図 5 のステップ S6

50

b)。それから、図11に示されるように、絶縁膜16b上に絶縁膜16cを、プラズマCVD法を用いて形成する(図5のステップS6c)。これにより、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cとの積層膜からなる保護膜16が形成される。

#### 【0048】

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S6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。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、絶縁膜16aをプラズマCVD法を用いて形成する。それから、そのマスクを取り除いてから、次のマスク(メタルマスク)を基板10上に、すなわち電極層15上に配置してから、絶縁膜16a上に絶縁膜16bをALD法を用いて形成する。それから、そのマスクを取り除いてから、次のマスク(メタルマスク)を基板10上に、すなわち電極層15上に配置してから、絶縁膜16b上に絶縁膜16cをプラズマCVD法を用いて形成し、その後、そのマスクを取り除く。これにより、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cとの積層膜からなる保護膜16が形成される。マスクで覆われずに露出されていた領域には、絶縁膜16a, 16b, 16cが形成され、従って保護膜16が形成されるが、マスクで覆われていた領域には、絶縁膜16a, 16b, 16cは形成されず、従って保護膜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1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。

#### 【0049】

いずれにしても、ステップS6a, S6cにおいて、絶縁膜16a, 16cはプラズマCVD法を用いて形成され、ステップS6bにおいて、絶縁膜16bはALD法を用いて形成される。ステップS6a, S6cにおいて、ICP-CVD法を用いれば、より好ましい。

#### 【0050】

詳細は後述するが、絶縁膜16bは、絶縁膜16aをプラズマCVD法で成膜した際に絶縁膜16aに形成されてしまったピンホールを、絶縁膜16bで埋めるために形成される。このため、ステップS6bでは、ALD法を用いて、絶縁膜16bを、絶縁膜16a上に、絶縁膜16aに接するように形成する。また、詳細は後述するが、絶縁膜16cは、絶縁膜16bが水分に触れてその水分と反応してしまうのを防止するために形成される。このため、ステップS6cでは、プラズマCVD法を用いて、絶縁膜16cを、絶縁膜16b上に、絶縁膜16bに接するように形成する。このため、ステップS6a, S6b, S6cを終了すると、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cとの積層膜からなる保護膜16が形成され、絶縁膜16bは、絶縁膜16a上に形成されてその絶縁膜16aに接し、絶縁膜16cは、絶縁膜16b上に形成されてその絶縁膜16bに接している。なお、ステップS6aにおいて、絶縁膜16cは有機EL素子を覆うように形成され、従って、保護膜16は、有機EL素子を覆うように形成される。

#### 【0051】

有機EL素子(特に有機層14)は高温に弱いので、ステップS6a, S6b, S6cの各成膜温度、すなわち絶縁膜16a, 16b, 16c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。

#### 【0052】

このような低い成膜温度でも緻密な膜を形成できるようにするには、プラズマCVD法を用いる絶縁膜16a, 16cについては、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸化シリコン膜を用いることが好ましく、その中でも窒化シリコン膜が特に好ましい。また、ALD法を用いる絶縁膜16bについては、酸化アルミニウム膜、酸窒化アルミニウム

10

20

30

40

50

膜または窒化アルミニウム膜を用いることが好ましく、その中でも、酸化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜が特に好ましい。

【0053】

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。

【0054】

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、樹脂膜17を形成する(図4のステップS7)。

【0055】

保護膜16の最上層は絶縁膜16cであるので、絶縁膜16c上に樹脂膜17が形成される。樹脂膜17は、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。

【0056】

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。

【0057】

図14は、保護膜16形成用の成膜装置の一例を示す説明図である。

【0058】

図14の成膜装置21は、複数のチャンバを有するマルチチャンバ型の成膜装置である。具体的には、成膜装置21は、ロードロック室22と、トランスファチャンバ23と、複数のチャンバ(処理室、成膜室)24, 25, 26とを有している。このうち、チャンバ24, 26は、プラズマCVD法を用いて成膜が行われるチャンバであり、チャンバ25は、ALD法を用いて成膜が行われるチャンバである。チャンバ24は、上記絶縁膜16aを形成するために用いられ、チャンバ25は、上記絶縁膜16bを形成するために用いられ、チャンバ26は、上記絶縁膜16cを形成するために用いられる。成膜装置21を用いて保護膜16を形成する工程フローについて、以下に説明する。

【0059】

まず、保護膜16形成工程より前の工程を終了した後、保護膜16形成工程を行うために、処理対象物を、成膜装置21のロードロック室22に搬入する。ここで、ロードロック室22に搬入する処理対象物は、上記パッシベーション膜12、電極層13、有機層14および電極層15などが形成された基板10であり、基板10上に図8の構造が形成されており、後述の図15および図16では、符号27を付して処理対象物27として示してある。

【0060】

それから、ロードロック室22内に搬入された処理対象物を、トランスファチャンバ23を経由してチャンバ24内に搬送(真空搬送)する。そして、チャンバ24内に配置された処理対象物に対して、プラズマCVD法を用いて絶縁膜16aを成膜する。この場合、上記ステップS6aが、チャンバ24で行われることになる。それから、チャンバ24内の処理対象物を、トランスファチャンバ23を経由してチャンバ25内に搬送(真空搬送)する。そして、チャンバ25内に配置された処理対象物に対して、ALD法を用いて絶縁膜16bを成膜する。この場合、上記ステップS6bが、チャンバ25で行われることになる。それから、チャンバ25内の処理対象物を、トランスファチャンバ23を経由してチャンバ26内に搬送(真空搬送)する。そして、チャンバ26内に配置された処理対象物に対して、プラズマCVD法を用いて絶縁膜16cを成膜する。この場合、上記ステップS6cが、チャンバ26で行われることになる。それから、チャンバ26内の処理対象物を、トランスファチャンバ23を経由してロードロック室22に搬送(真空搬送)する。その後、処理対象物は、ロードロック室22から成膜装置21の外部に搬出され、次の工程(例えば樹脂膜17形成工程)を行うための製造装置に搬送される。

10

20

30

40

50

## 【0061】

また、成膜装置21において、搬入用のロードロック室と搬出用のロードロック室との2つのロードロック室を設けることもできる。その場合は、処理対象物は、搬入用のロードロック室に搬入され、トランスファチャンバ23を経由してチャンバ24, 25, 26でステップS6a, S6b, S6cの処理が施され、その後、搬出用のロードロック室から成膜装置21の外部に搬出され、次の工程に送られる。

## 【0062】

また、絶縁膜16a, 16b, 16cの各成膜工程において、処理対象物上にマスクを配置した状態で成膜を行う場合は、トランスファチャンバ23にマスク着脱用のチャンバ(マスクチャンバ)を連結しておき、そのマスクチャンバにおいて、マスクの着脱を行うことができる。

10

## 【0063】

図14の成膜装置21を用いれば、上記ステップS6a(絶縁膜16a形成工程)と、上記ステップS6b(絶縁膜16b形成工程)と、上記ステップS6c(絶縁膜16c形成工程)とを、処理対象物を大気中にさらすことなく、連続的に行うことができる。これにより、ステップS6aで絶縁膜16aを形成した後、絶縁膜16aの表面に不要な膜が形成されることなく、ステップS6bで絶縁膜16a上に絶縁膜16bを形成することができ、また、ステップS6bで絶縁膜16bを形成した後、絶縁膜16bの表面に不要な膜が形成されることなく、ステップS6cで絶縁膜16b上に絶縁膜16cを形成することができる。これにより、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cとからなる保護膜16をよりの確に形成することができ、その保護膜16により水分の侵入を防止する効果を、よりの確に得ることができる。

20

## 【0064】

図15は、プラズマCVD法による成膜を行うチャンバ24の構成の一例を示す断面図である。チャンバ26の構成も、図15のチャンバ24と同様であるので、ここでは、チャンバ24, 26を代表して、チャンバ24の構成を、図15を参照して説明する。

## 【0065】

図15に示されるように、チャンバ24内には、処理対象物27を配置するためのステージ31と、ステージ31の上方に配置されたシャワーヘッド(ガス供給部)32と、シャワーヘッド32の下に配置されたアンテナ33と、が配置されている。アンテナ33は、ステージ31とシャワーヘッド32との間において、シャワーヘッド32の近くに配置されている。なお、図15において、チャンバ24内で、アンテナ33は、紙面に略垂直な方向に延在している。チャンバ24の排気部(排気口)34は、真空ポンプ(図示せず)などに接続されており、チャンバ24内を所定の圧力に制御できるようになっている。

30

## 【0066】

チャンバ24を用いた成膜時は、シャワーヘッド32からチャンバ24内に成膜用のガスが放出され、アンテナ33に高周波電力が印加される。窒化シリコン膜を成膜する場合は、成膜用ガスとしては、例えば、 $\text{SiH}_4$ ガス(シランガス)と $\text{NH}_3$ ガス(アンモニアガス)との混合ガスを用いることができる。ガスは、プラズマ化して化学反応し、生成された $\text{SiN}$ (窒化シリコン)の粒子が、ステージ31上に配置された処理対象物27上に堆積して、窒化シリコン膜が形成される。

40

## 【0067】

図16は、ALD法による成膜を行うチャンバ25の構成の一例を示す断面図である。

## 【0068】

図16に示されるように、チャンバ25内には、処理対象物27を配置するためのステージ41と、ステージ41の上方に配置された上部電極42とが、配置されている。チャンバ25の排気部(排気口)43は、真空ポンプ(図示せず)などに接続されており、チャンバ25内を所定の圧力に制御できるようになっている。また、チャンバ25には、チャンバ25内にガスを導入するためのガス導入部44と、チャンバ25内からガスを排出するためのガス排出部45と、を有している。なお、図16では、理解を簡単にするため

50

に、ガス導入部 44 からチャンバ 25 内に導入するガスの流れと、ガス排出部 45 からチャンバ 25 外に排出するガスの流れとを、それぞれ矢印で模式的に示してある。

【0069】

チャンバ 25 を用いた成膜は、例えば、次のようにして行うことができる。

【0070】

まず、第 1 ステップとして、原料ガスをガス導入部 44 からチャンバ 25 内に導入する。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 TMA (Trimethylaluminum: トリメチルアルミニウム) ガスを用いることができる。ステージ 41 上に配置された処理対象物 27 の表面上に、原料ガスの分子が吸着する。

【0071】

次に、第 2 ステップとして、チャンバ 25 内への原料ガスの導入を停止し、パージガスをガス導入部 44 からチャンバ 25 内に導入する。パージガスとしては、例えば不活性ガスを用いることができる。パージガスを導入することで、処理対象物 27 の表面に吸着していた原料ガス分子は残存するが、それ以外の原料ガスは、パージガスと一緒にガス排出部 45 からチャンバ 25 外に排出される (パージされる)。

【0072】

次に、第 3 ステップとして、反応ガスを、ガス導入部 44 からチャンバ 25 内に導入する。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  $O_2$  ガス (酸素ガス) を用いることができる。そして、上部電極 42 とステージ 41 との間に、高周波電力を印加する。これにより、 $O_2$  ガスはプラズマ化し、処理対象物 27 の表面に吸着していた原料ガス分子と反応する。これにより、処理対象物 27 の表面に、酸化アルミニウムの原子層 (一層) が形成される。

【0073】

次に、第 4 ステップとして、チャンバ 25 内への反応ガスの導入と上部電極 42 への高周波電力の印加を停止し、パージガスをガス導入部 44 からチャンバ 25 内に導入する。パージガスとしては、例えば不活性ガスを用いることができる。パージガスを導入することで、反応ガスは、パージガスと一緒にガス排出部 45 からチャンバ 25 外に排出される (パージされる)。

【0074】

このような第 1 ステップ、第 2 ステップ、第 3 ステップおよび第 4 ステップを、複数サイクル繰り返すことで、処理対象物 27 の表面上に、所望の膜 (例えば酸化アルミニウム膜) を所望の厚さに形成することができる。

【0075】

チャンバ 24 で形成される絶縁膜 16a が窒化シリコン膜の場合、その窒化シリコン膜の成膜条件としては、例えば次の条件を例示できる。すなわち、基板温度 (成膜温度) が  $80^\circ C$  で、 $SiH_4$  ガスの流量が  $100\text{ sccm}$  で、 $NH_3$  ガスの流量が  $150\text{ sccm}$  で、RF パワー (高周波パワー) が  $1000\text{ W}$  で、成膜速度が  $100\text{ nm/分}$  である。

【0076】

チャンバ 25 で形成される絶縁膜 16b が酸化アルミニウム膜の場合、その酸化アルミニウム膜の成膜条件としては、例えば次の条件を例示できる。すなわち、基板温度 (成膜温度) が  $80^\circ C$  で、TMA ガスの流量が  $50\text{ sccm}$  で、 $O_2$  ガスの流量が  $400\text{ sccm}$  で、RF パワー (高周波パワー) が  $800\text{ W}$  で、成膜速度が  $4\text{ nm/分}$  である。

【0077】

チャンバ 26 で形成される絶縁膜 16c が窒化シリコン膜の場合、その窒化シリコン膜の成膜条件としては、例えば次の条件を例示できる。すなわち、基板温度 (成膜温度) が  $80^\circ C$  で、 $SiH_4$  ガスの流量が  $100\text{ sccm}$  で、 $NH_3$  ガスの流量が  $150\text{ sccm}$  で、RF パワー (高周波パワー) が  $1000\text{ W}$  で、成膜速度が  $100\text{ nm/分}$  である。

【0078】

< 検討の経緯について >

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 (水分保護膜) を

10

20

30

40

50

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。この保護膜としては、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜が適している。プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜は、低温での成膜が可能で、かつ、膜の密度を高くできるため、水分の伝達を防ぐ保護膜として好適だからである。なお、有機EL素子は、高温に弱く、高温にさらされると劣化するため、保護膜の成膜温度はある程度低くすることが望ましい。ここで、Si含有無機絶縁膜とは、Si（シリコン、ケイ素）を構成元素として含有する無機絶縁膜であり、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜を例示できる。

#### 【0079】

しかしながら、プラズマCVD法で形成した膜は、成膜時にピンホール（微小な孔）などの欠陥が形成される虞がある。ピンホールが形成された状態の保護膜を、そのまま使用してしまうと、そのピンホールから水分が侵入してしまい、その水分が有機EL素子に伝達され、有機EL素子の劣化を引き起こす虞がある。

10

#### 【0080】

そこで、プラズマCVD法でSi含有無機絶縁膜を形成した後に、その成膜時に形成されたピンホールを埋める目的で、そのSi含有無機絶縁膜上に、ALD膜を形成することが考えられる。ここで、ALD法で形成した膜を、ALD膜と称することとする。ALD法は、段差や孔に対する被覆性が高い成膜法であるため、プラズマCVD法でSi含有無機絶縁膜を形成した際に、そのSi含有無機絶縁膜にピンホールが形成されたとしても、そのSi含有無機絶縁膜にALD膜を形成すれば、そのALD膜でSi含有無機絶縁膜のピンホールを埋めることができる。これにより、ピンホールを介して水分が有機EL素子へ伝達してしまうのを防止できる。ピンホールを埋め込むためのALD膜としては、緻密な膜を低温で形成できるように、Al含有絶縁膜を用いることが望ましい。ここで、Al含有絶縁膜とは、アルミニウム（Al）を構成元素として含む絶縁膜であり、酸化アルミニウム膜、酸窒化アルミニウム膜または窒化アルミニウム膜を例示できる。

20

#### 【0081】

酸化シリコン膜または窒化シリコン膜をALD法で成膜しようとする、成膜温度をある程度高くする必要はある。有機EL素子への影響を考慮して、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜をALD法を用いてある程度低い温度で成膜しようとする、緻密な膜を形成するのが難しくなる。このため、有機EL素子の保護膜に形成されたピンホールを埋め込むためのALD膜としては、Al含有絶縁膜が好ましい。

30

#### 【0082】

しかしながら、Al含有絶縁膜は、アルミニウム（Al）を含んでいることから、水分に触れると、その水分と反応しやすく、反応生成物が形成されるなどして、Al含有絶縁膜自身が劣化してしまう。Al含有絶縁膜自身が劣化してしまうと、ピンホールをAl含有絶縁膜で埋め込むことでピンホールを介した水分の伝達を防ぐという効果が低下してしまう。

#### 【0083】

このため、有機EL素子用の保護膜として、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜の単体膜を用いた場合は、そのSi含有無機絶縁膜に形成されてしまうピンホールが問題となり、保護膜の水分の伝達を防ぐ機能が低下してしまう。一方、有機EL素子用の保護膜として、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜と、その上にALD法で形成したAl含有絶縁膜との積層膜を用いた場合には、そのAl含有絶縁膜が水分と反応し得ることが問題となり、保護膜の水分の伝達を防ぐ機能が低下してしまう。これは、有機EL素子の信頼性の低下や、有機EL素子を用いた表示装置（有機EL表示装置）の信頼性の低下につながってしまう。このため、有機EL素子用の保護膜の性能を向上させることが望まれる。

40

#### 【0084】

< 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、有機EL素子用の保護膜16が、プラズマ

50

CVD法で形成した絶縁膜16aと、絶縁膜16a上にALD法で形成した絶縁膜16bと、絶縁膜16b上にプラズマCVD法で形成した絶縁膜16cとを有する積層膜からなることである。

#### 【0085】

絶縁膜16aは、プラズマCVD法で形成している。プラズマCVD法の利点として、形成する膜の応力の制御が容易であることや、形成する膜の下地（ここでは有機EL素子）に対するカバレッジが良いことなどが挙げられる。絶縁膜16aとしては、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜が好ましく、そうすることで、低温での成膜が可能で、かつ、膜の密度を高くできるため、絶縁膜16aの成膜工程が有機EL素子に悪影響を及ぼすことなく、絶縁膜16aの水分の伝達を防ぐ機能を高めることができる。絶縁膜16aとしては、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜を好適に用いることができるが、窒化シリコン膜が最も好ましい。窒化シリコン膜は、プラズマCVD法で成膜する場合、低温で、より緻密な膜を形成することができるからである。

10

#### 【0086】

しかしながら、絶縁膜16aをプラズマCVD法で形成したことを反映して、絶縁膜16aの成膜時に、絶縁膜16aにピンホールが発生する虞がある。図17は、上記図9（ステップS6aで絶縁膜16aを形成した段階）における絶縁膜16aの一部を拡大して示した部分拡大断面図であり、絶縁膜16aをプラズマCVD法で成膜した際に、絶縁膜16aにピンホールPHが形成された状態が模式的に示されている。絶縁膜16aにピンホールPHが形成されてしまうと、そのピンホールPHを経由して有機EL素子側に水分が侵入してしまう懸念がある。

20

#### 【0087】

そこで、本実施の形態では、絶縁膜16a上に、絶縁膜16bを形成している。絶縁膜16bは、アルミニウム（Al）を構成元素として含む絶縁膜（無機絶縁膜）、すなわちAl含有絶縁膜（Al含有無機絶縁膜）であり、より特定的には、酸化アルミニウム膜、酸窒化アルミニウム膜または窒化アルミニウム膜である。その中でも、酸化アルミニウム膜または酸窒化アルミニウム膜が、絶縁膜16bとして特に好ましい。絶縁膜16bは、絶縁膜16aのピンホールを埋め込むことができるように、ALD法で形成する。上述したAl含有絶縁膜は、成膜法としてALD法を用いた場合に、緻密な膜を低温で形成できる。このため、絶縁膜16bとして、ALD法で形成したAl含有絶縁膜を用いることで、絶縁膜16bの成膜工程が有機EL素子に悪影響を及ぼすことなく、絶縁膜16aに形成されているピンホールを絶縁膜16bで的確に埋め込むことができる。図18は、上記図10（ステップS6bで絶縁膜16bを形成した段階）における絶縁膜16a、16bの一部を拡大して示した部分拡大断面図であり、絶縁膜16bをALD法で成膜したことで、絶縁膜16aのピンホールPHが絶縁膜16bで埋め込まれた状態が模式的に示されている。絶縁膜16aに形成されてしまったピンホールPHを絶縁膜16bで埋め込むことで、ピンホールPHを経由して有機EL素子側に水分が侵入してしまうのを防止することができる。

30

#### 【0088】

そして、本実施の形態では、絶縁膜16b上に、絶縁膜16cを形成している。絶縁膜16cは、プラズマCVD法で形成している。絶縁膜16cとしては、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜が好ましく、そうすることで、低温での成膜が可能で、かつ、膜の密度を高くできるため、絶縁膜16cの成膜工程が有機EL素子に悪影響を及ぼすことなく、絶縁膜16cの水分の伝達を防ぐ機能を高めることができる。絶縁膜16cとしては、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜を好適に用いることができるが、窒化シリコン膜が最も好ましい。窒化シリコン膜は、プラズマCVD法で成膜する場合、低温で、より緻密な膜を形成することができるからである。図19は、上記図11（ステップS6cで絶縁膜16cを形成した段階）における絶縁膜16a、16b、16cの一部を拡大して示した部分拡大断面図であり、絶縁膜16bの上面上に絶縁膜16cが形成された状態が模式的に示されている。

40

50

## 【0089】

絶縁膜16b上に、水分に対するバリア性を有する絶縁膜16cを形成しているため、Al含有絶縁膜からなる絶縁膜16bが水分に触れてその水分と反応してしまうのを、防止することができる。すなわち、プラズマCVD法で形成した絶縁膜16a上に、ALD法で形成したAl含有絶縁膜からなる絶縁膜16bを形成することで、絶縁膜16aに形成されたピンホールを絶縁膜16bで埋めることができ、絶縁膜16b上に絶縁膜16cを形成することで、水分と反応しやすい性質を有するAl含有絶縁膜からなる絶縁膜16bが水分と反応してしまうのを防止することができる。

## 【0090】

また、絶縁膜16cは、プラズマCVD法で形成しているため、絶縁膜16cにもピンホールが形成される虞はあるが、ピンホール以外は、水分に対するバリア性を有し、水分の伝達を防ぐことができる。また、絶縁膜16cに形成されるピンホールの面積は、絶縁膜16c全体の面積に対して微小である。このため、絶縁膜16b上に絶縁膜16cを形成したことで、絶縁膜16cのピンホール経由以外での絶縁膜16bへの水分の伝達を防止できるため、絶縁膜16b上に絶縁膜16cを設けることで、Al含有絶縁膜からなる絶縁膜16bが水分に触れてその水分と反応してしまうのを防止する効果を得ることができる。

10

## 【0091】

図20は、本実施の形態とは異なり、絶縁膜16b上に絶縁膜16cを形成せずに表示装置を製造した比較例の場合(上記「検討の経緯について」で説明した場合に対応)の断面図であり、水分と反応して劣化した状態の絶縁膜16bが模式的に示されている。絶縁膜16b上に絶縁膜16cを形成しなければ、図20に模式的に示すように絶縁膜16bは水分と反応して劣化する虞がある。それに対して、本実施の形態では、図19のように、水分に対するバリア性を有する絶縁膜16cを絶縁膜16b上に形成したことで、絶縁膜16bが水分と反応してしまうのを防止ことができ、水分との反応に起因した絶縁膜16bの劣化を防止することができる。また、絶縁膜16bに比べて絶縁膜16cは水分と反応しにくい材料からなるため、絶縁膜16cが水分と反応して劣化する懸念は無い。

20

## 【0092】

このように、本実施の形態では、保護膜16を、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cとの積層膜としたことにより、絶縁膜16aと絶縁膜16cとが水分に対するバリア性を有し、絶縁膜16bが絶縁膜16aのピンホールを埋めることができ、絶縁膜16bが水分に触れて反応してしまうのを絶縁膜16cにより防ぐことができる。これにより、保護膜16の水分の伝達を防止(遮蔽)する機能を高めることができ、保護膜16により有機EL素子への水分の伝達を防止する効果を高めることができる。このため、有機EL素子用の保護膜16の性能を向上させることができる。従って、有機EL素子の信頼性を向上させることができ、有機EL素子を用いた表示装置(有機EL表示装置)の信頼性を向上させることができる。

30

## 【0093】

本実施の形態は、保護膜16を、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cとを積層した3層構造としているが、これは、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜の膜中(厚さの途中)にAl含有絶縁膜を挿入した構造に対応している。

40

## 【0094】

上記「検討の経緯」で説明したように、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜は、水分に対するバリア性を有しており、保護膜として使用したいが、ピンホールが形成されやすく、そのピンホールを介した水分の伝達が懸念される。それに対して、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜の上面にAl含有絶縁膜をALD法で形成し、この2層で保護膜を形成した場合には、Al含有絶縁膜が水分と反応してしまうことが懸念される。一方、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜の下にALD法で形成したAl含有絶縁膜を設けておき、この2層で保護膜を形成した場合には、Si含有無

50

機絶縁膜に形成されたピンホールを埋め込むことはできず、ピンホールを介した水分の伝達が懸念される。

【0095】

それに対して、本実施の形態の保護膜16の構造は、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜の膜中(厚さの途中)に、ALD法で形成したAl含有絶縁膜を挿入した構造に対応している。すなわち、プラズマCVD法で形成したSi含有無機絶縁膜(16a, 16c)で、ALD法で形成したAl含有絶縁膜(16b)を挟んだ構造を採用している。これにより、下層側のSi含有無機絶縁膜(16a)のピンホールを、Al含有絶縁膜(16b)で埋めることができるとともに、Al含有絶縁膜(16b)が水分と反応してしまうのを抑制または防止することができる。

10

【0096】

本実施の形態の他の特徴について、更に説明する。

【0097】

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

【0098】

有機絶縁膜に比べて、無機絶縁膜は、水分を通過させにくいため、有機EL素子の保護膜として適している。このため、保護膜16を構成する各絶縁膜16a, 16b, 16cには、無機絶縁膜を用いている。しかしながら、無機絶縁膜は、有機絶縁膜に比べて硬さが硬いため、厚くなるとクラックが発生しやすくなる。このため、保護膜16の厚さを薄くして、保護膜16にクラックが生じにくいようにすることが望まれる。特に、基板11として、可撓性を有するフレキシブル基板を用いる場合には、基板11として、ガラス基板などの硬い基板を用いる場合に比べて、基板11を曲げたときの応力に起因して、保護膜にクラックが生じやすい。このため、特に基板11としてフレキシブル基板を用いる場合には、保護膜16にクラックが生じにくいように、保護膜16の厚さを薄くすることが重要である。

20

【0099】

このため、本実施の形態においても、保護膜16の厚さを抑制することが望ましいが、保護膜16の厚さを抑制しても、保護膜16による水分の侵入を防止する効果を確保できるようにする必要がある。

30

【0100】

そこで、本実施の形態では、保護膜16を、絶縁膜16a, 16b, 16cの積層膜により形成するとともに、絶縁膜16aの厚さ(膜厚)T1を、絶縁膜16bの厚さ(膜厚)T2および絶縁膜16cの厚さ(膜厚)T3のそれぞれよりも厚くしている(すなわち $T1 > T2$ かつ $T1 > T3$ )。これにより、保護膜16の厚さを抑制しても、保護膜16による水分の侵入を防止する効果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。

【0101】

すなわち、Al含有絶縁膜よりもSi含有無機絶縁膜の方が、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。このため、絶縁膜16bよりも絶縁膜16a, 16cの方が、単位厚さ当たりの水分の透過率は低くなる。また、絶縁膜16aと絶縁膜16cとを比べると、絶縁膜16aのピンホールは絶縁膜16bによって埋め込まれているのに対して、絶縁膜16cのピンホールは絶縁膜16bでは埋め込まれていないことから、ピンホールが絶縁膜16bで埋め込まれた絶縁膜16aの方が、ピンホールが埋め込まれていない絶縁膜16cよりも、単位厚さ当たりの水分の透過率は低くなる。すなわち、絶縁膜16aのピンホールは、絶縁膜16bで埋め込まれているため、水分の伝達経路として機能せず、一方、絶縁膜16cのピンホールは、絶縁膜16bで埋め込まれていないため、水分の伝達経路として機能する可能性があり、それゆえ、絶縁膜16cよりも、絶縁膜16aの方が、単位厚さ当たりの水分の透過率は低くなる。このため、絶縁膜

40

50

16a, 16b, 16cのうち、単位厚さ当たりの水分の透過率が最も低いのは、絶縁膜16aである。

【0102】

そこで、本実施の形態では、保護膜16の厚さのうち、絶縁膜16bおよび絶縁膜16cにそれぞれ配分する厚さよりも、絶縁膜16aに配分する厚さを大きくする。つまり、絶縁膜16aの厚さ $T_1$ を、絶縁膜16bの厚さ $T_2$ よりも厚くし、かつ、絶縁膜16cの厚さ $T_3$ よりも厚くする(すなわち $T_1 > T_2$ かつ $T_1 > T_3$ )。絶縁膜16a, 16b, 16cのうち、単位厚さ当たりの水分の透過率が最も低い絶縁膜16aを最も厚くしたことにより、保護膜16による水分の侵入を防止する効果を高めることができ、絶縁膜16aよりも、単位厚さ当たりの水分の透過率が高い絶縁膜16b, 16cについては、厚さ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による水分の侵入を防止する効果を効率的に得ることができる。

10

【0103】

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16b, 16cを厚くして、その分だけ絶縁膜16aを薄くすると、単位厚さ当たりの水分の透過率が最も低い絶縁膜16a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16b, 16cを薄くして、その分だけ絶縁膜16aを厚くすると、単位厚さ当たりの水分の透過率が最も低い絶縁膜16a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16b, 16cを薄くして、その分だけ絶縁膜16aを厚くすることが有効である。それゆえ、保護膜16の厚さのうち、絶縁膜16bおよび絶縁膜16cにそれぞれ配分する厚さよりも、絶縁膜16aに配分する厚さを大きくし、絶縁膜16a, 16b, 16cの各厚さ $T_1, T_2, T_3$ が、 $T_1 > T_2$ かつ $T_1 > T_3$ の関係を満たすようにする。 $T_1 > T_2 + T_3$ の関係(絶縁膜16b, 16cの厚さ $T_2, T_3$ の合計よりも絶縁膜16aの厚さ $T_1$ が大きいという関係)を満たせば、更に好ましい。

20

【0104】

また、保護膜16の厚さのうち絶縁膜16bに配分する厚さを、絶縁膜16aに配分する厚さよりも小さくする(すなわち絶縁膜16bの厚さ $T_2$ を絶縁膜16aの厚さ $T_1$ よりも薄くする)が、絶縁膜16bの厚さ $T_2$ が薄すぎると、絶縁膜16aに形成されたピンホールを絶縁膜16bで十分に埋められなくなる虞がある。このため、ステップS6bで形成する絶縁膜16bの厚さ $T_2$ は、10nm以上( $T_2 \geq 10\text{nm}$ )が好ましく、15nm以上( $T_2 \geq 15\text{nm}$ )であればより好ましい。そうすることにより、ステップS6aで絶縁膜16aをプラズマCVD法で形成した際に絶縁膜16aにピンホールが発生しても、ステップS6bで絶縁膜16bをALD法で形成した際に、絶縁膜16aのピンホールを絶縁膜16bで的確に埋め込むことができるようになる。これにより、保護膜16による水分の侵入を防止する効果を、よりの確に得ることができる。

30

【0105】

また、絶縁膜16bは絶縁膜16a, 16c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16bの厚さ $T_2$ は、絶縁膜16aのピンホールを十分に埋め込むことが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。また、ALD法は成膜速度が遅いため、絶縁膜16bの厚さ $T_2$ は、絶縁膜16aのピンホールを十分に埋め込むことができる厚さを確保すれば、あまり厚くさせ過ぎない方が、製造時間を短縮してスループットを向上させる観点で、有利である。これらの観点で、ステップS6bで形成する絶縁膜16bの厚さ $T_2$ は、50nm以下( $T_2 \leq 50\text{nm}$ )であることが好ましい。このため、絶縁膜16bの厚さ $T_2$ は、10~50nmがより好ましく、15~50nmであれば更に好ましい。

40

【0106】

50

また、絶縁膜 16c よりも絶縁膜 16a の方が単位厚さ当たりの水分の透過率が低いため、絶縁膜 16c よりも絶縁膜 16a を厚くした方が、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を高めることができるが、絶縁膜 16c の厚さ T3 を薄くし過ぎると、絶縁膜 16b が水分と反応するのを絶縁膜 16c により防止する効果が、低下する虞がある。このため、ステップ S6c で形成する絶縁膜 16c の厚さ T3 は、10 nm 以上 (T3 = 10 nm) が好ましく、15 nm 以上 (T3 = 15 nm) であればより好ましい。そうすることにより、絶縁膜 16b が水分と反応してしまうのを、絶縁膜 16c によりの確に防止することができる。

【0107】

図 21 は、表示装置 1 の基板 11 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 1) を折り曲げた場合を模式的に示す断面図である。図 21 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れば、表示装置 1 の折り曲げが可能になる。

10

【0108】

基板 11 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ため、無機絶縁膜からなる保護膜は、できるだけ薄くすることが望ましい。このため、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 の厚さを抑制しながら、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を効率的に得ることができる本実施の形態を適用する効果は、極めて大きい。

【0109】

20

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 200 nm 以下にすれば、特に好適である。しかしながら、保護膜の厚さを薄くすることは、水分の侵入のリスクを増加させるように作用することが懸念される。それに対して、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 による水分の侵入を防止する効果を効率的に得ることができるため、保護膜 16 の厚さが 200 nm 以下の場合であっても、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を的確に得ることができる。このため、本実施の形態を適用すれば、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を的確に得ながら、保護膜 16 の厚さを薄くすることができ、例えば

30

【0110】

また、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を高めるためには、絶縁膜 16a, 16c (特に絶縁膜 16a) の密度を高くすることが有効である。絶縁膜 16a, 16c の密度を高くすれば、ピンホール以外での絶縁膜 16a, 16c の水分に対するバリア性を高めることができる。このため、ステップ S6a でプラズマ CVD 法を用いて絶縁膜 16a を形成する際には、ICP-CVD 法を用いれば、より好ましい。また、ステップ S6c でプラズマ CVD 法を用いて絶縁膜 16c を形成する際には、ICP-CVD 法を用いれば、より好ましい。ICP-CVD 法は、CCP (Conductively Coupled Plasma) - CVD 法 (容量結合型プラズマ CVD 法) などと比べて、プラズマ密度 (プラズマ電子密度) を高くしやすく、成膜温度を抑えながら形成する膜の密度を高めやすい。絶縁膜 16a, 16c の形成工程に ICP-CVD 法を用いることにより、成膜温度を抑えながら、絶縁膜 16a, 16c の密度を高めることができ、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を更に高めることができる。従って、保護膜 16 の厚さを抑制しながら、保護膜 16 による水分の侵入を防止する効果を更に高めることができる。

40

【0111】

50

また、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、すなわち絶縁膜16c上に、樹脂膜17を形成することもできる。また、この樹脂膜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(17)は、無機絶縁膜(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(17)は、無機絶縁膜(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17を形成することで、曲げに伴う保護膜16の割れを、よりの確に防ぐことができる。

10

## 【0112】

また、保護膜16上に樹脂膜17を形成した場合、保護膜16と樹脂膜17とを合わせたものを、保護膜とみなすこともできる。すなわち、樹脂膜17を形成した場合は、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cと樹脂膜17との積層膜を、保護膜とみなすこともできる。但し、樹脂膜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、絶縁膜16aと絶縁膜16bと絶縁膜16cと積層体(積層膜)であり、樹脂膜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(ここでは樹脂膜17)は、樹脂材料(有機絶縁物)からなる。

20

## 【0113】

また、本実施の形態とは異なり、絶縁膜16cを形成することなく、絶縁膜16b上に直接的に樹脂膜17を形成した場合を仮定する。この場合、樹脂膜は水分を通しやすいため、絶縁膜16b上に樹脂膜17を形成しても、樹脂膜17を通過した水分が絶縁膜16bに到達してしまい、その水分がAl含有絶縁膜からなる絶縁膜16bと反応し、絶縁膜16bの劣化を招いてしまう。

## 【0114】

それに対して、本実施の形態では、絶縁膜16b上に形成されて絶縁膜16bに接する膜としては、樹脂膜ではなく、Si含有無機絶縁膜からなる絶縁膜16cを用いている。この絶縁膜16cは、樹脂膜よりも水分を通しにくいいため、絶縁膜16b上に直接的に絶縁膜16cを形成することで、Al含有絶縁膜からなる絶縁膜16bが水分と反応してしまうのを的確に防止することができる。

30

## 【0115】

図22は、保護膜の水分透過率について実験した結果を示すグラフである。図22には、試料A、試料Bおよび試料Cについて、WVTR(Water Vapor Transmission Rate)をCa法(カルシウム法)で測定した結果が示されている。

## 【0116】

試料Aは、プラズマCVD法で形成した窒化シリコン膜の単層により保護膜を形成した場合に対応している。試料Bは、プラズマCVD法で形成した窒化シリコン膜と、その上にALD法で形成した酸化アルミニウム膜との2層により保護膜を形成した場合に対応している。試料Cは、プラズマCVD法で形成した窒化シリコン膜と、その上にALD法で形成した酸化アルミニウム膜と、その上にプラズマCVD法で形成した窒化シリコン膜との3層により保護膜を形成した場合に対応している。試料Aと試料Bと試料Cでは、それぞれ、基板上に保護膜を形成してあり、その保護膜のWVTRをCa法で測定している。また、試料Aと試料Bと試料Cとで、保護膜の厚さは同じにしてある。なお、試料Aと試料Bは、上記「検討の経緯」の欄で述べた保護膜に相当し、試料Cが、本実施の形態の保護膜16に相当している。

40

## 【0117】

図22のグラフに示されるように、WVTR(単位： $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ )は、試料Aが $1.7 \times 10^{-3}$ で、試料Bが $3 \times 10^{-4}$ であるのに対して、試料Cは、検出限界以下であり、 $1 \times 10^{-6}$ 以下であった。この結果から、試料Aおよび試料Bに比べて試

50

料 C は、保護膜の水分透過率が非常に小さくなっていることが分かる。これは、本実施の形態の保護膜 16 に相当する試料 C の保護膜が、試料 A や試料 B の保護膜に比べて、水分を通過させにくく、水分の侵入を防止する膜として非常に優れていることを示している。本実施の形態では、上述のように、絶縁膜 16 a とその上の絶縁膜 16 b とその上の絶縁膜 16 c との積層膜を、水分防止膜として用いることで、有機 EL 素子に水分が伝達されるのを的確に防止することができる。

【0118】

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。

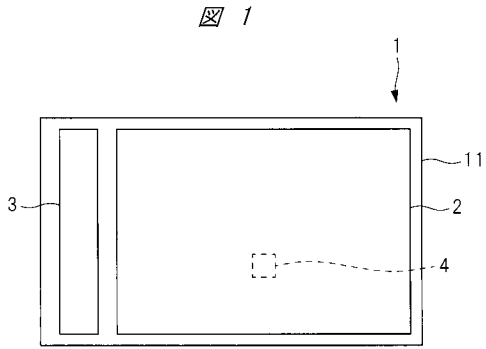
10

【符号の説明】

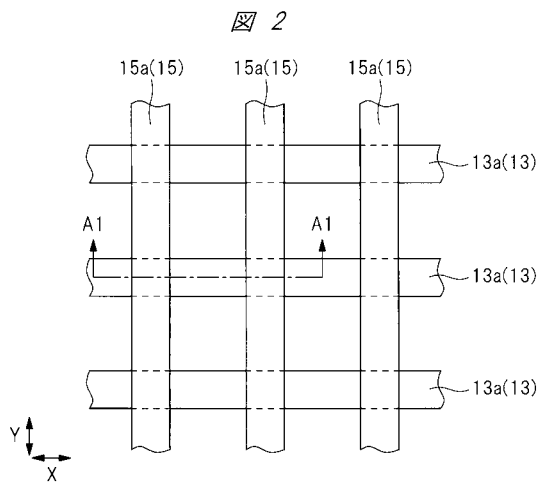
【0119】

1	表示装置	
2	表示部	
3	回路部	
9	ガラス基板	
10	基板	
11	基板	
12	パッシベーション膜	
13	電極層	20
14	有機層	
15	電極層	
16	保護膜	
16 a , 16 b , 16 c	絶縁膜	
17	樹脂膜	
21	成膜装置	
22	ロードロック室	
23	トランスファチャンバ	
24 , 25 , 26	チャンバ	
27	処理対象物	30
31	ステージ	
32	シャワーヘッド	
33	アンテナ	
34	排気部	
41	ステージ	
42	上部電極	
43	排気部	
44	ガス導入部	
45	ガス排出部	
PH	ピンホール	40

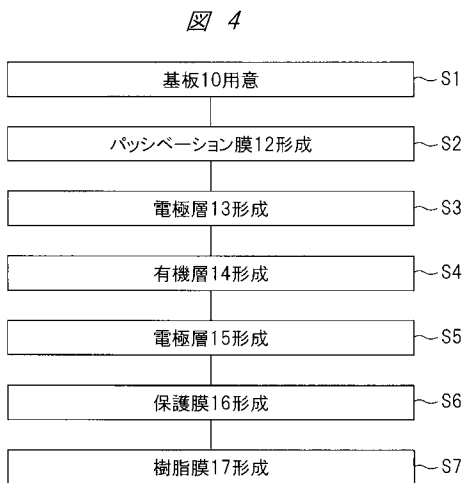
【 図 1 】



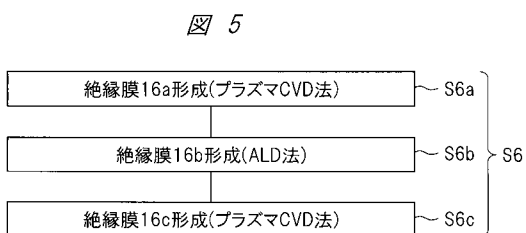
【 図 2 】



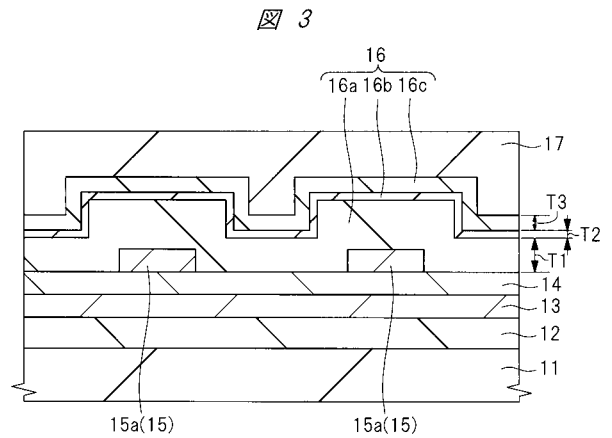
【 図 4 】



【 図 5 】

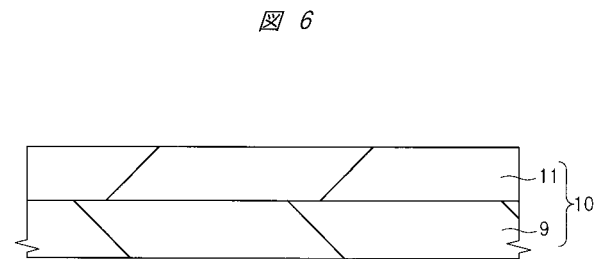


【 図 3 】

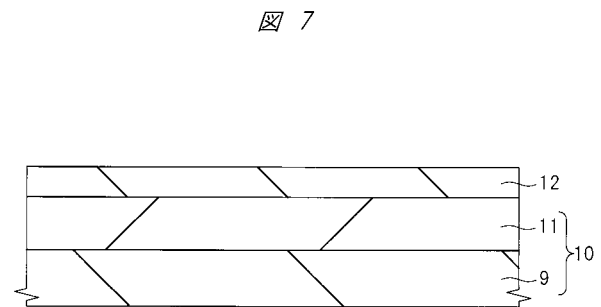


11: 基板  
 16: 保護膜  
 16a,16b,16c: 絶縁膜

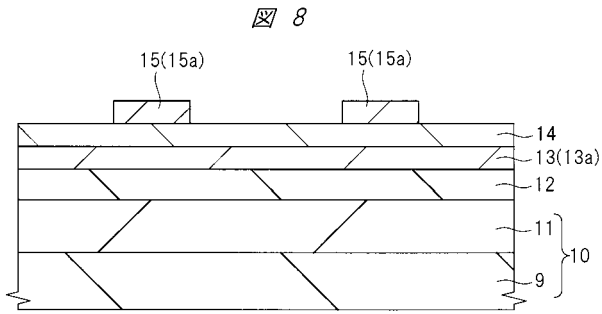
【 図 6 】



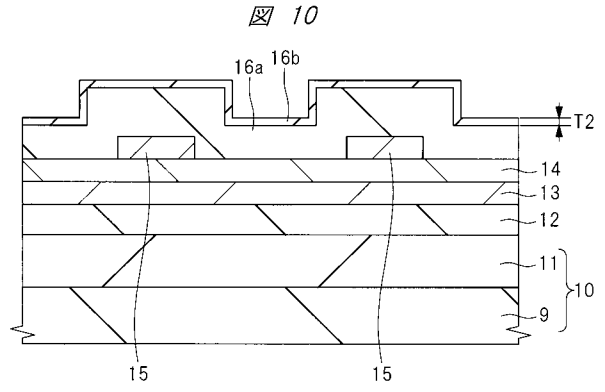
【 図 7 】



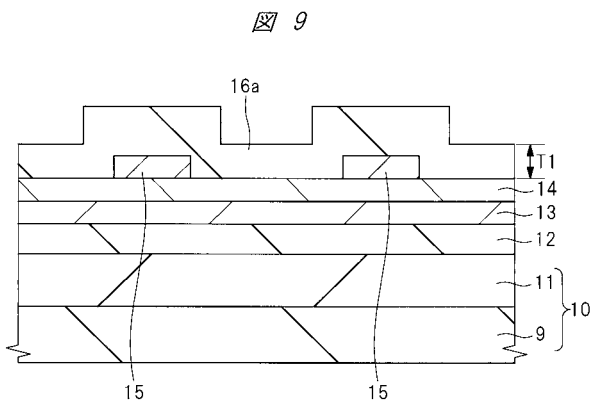
【図 8】



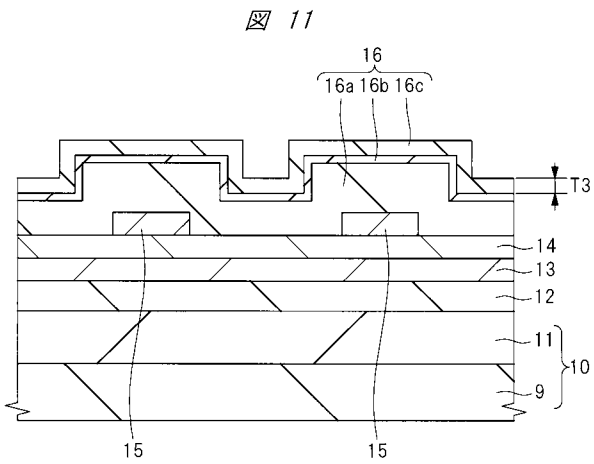
【図 10】



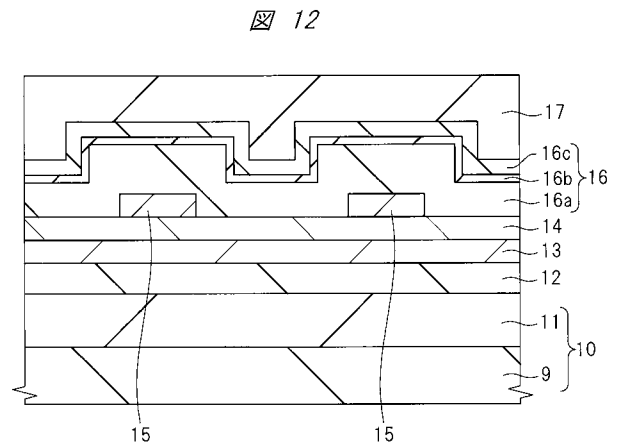
【図 9】



【図 11】

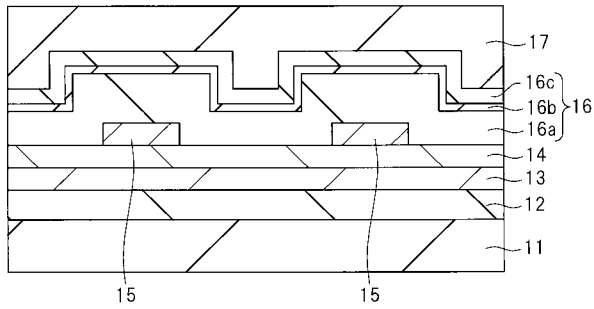


【図 12】



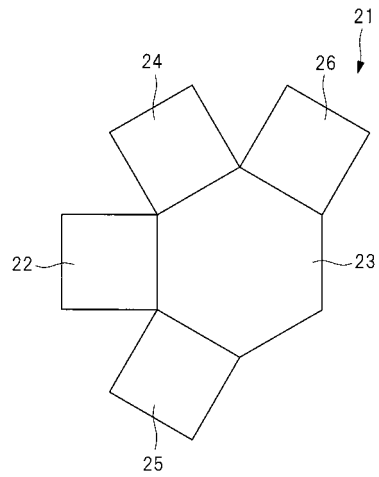
【図 13】

図 13



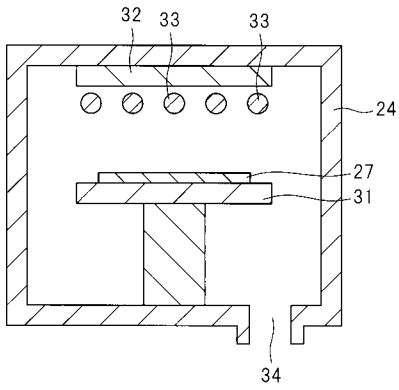
【図 14】

図 14



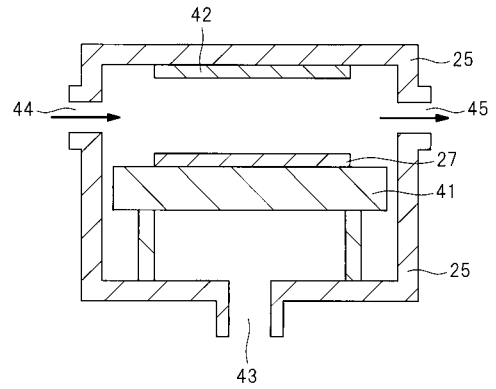
【図 15】

図 15



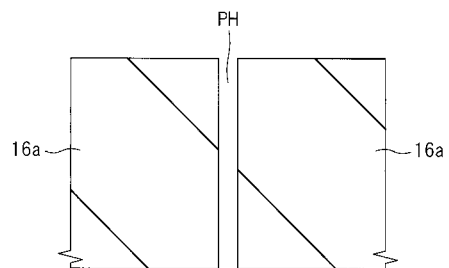
【図 16】

図 16

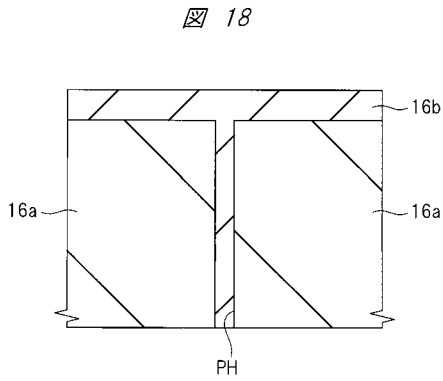


【図 17】

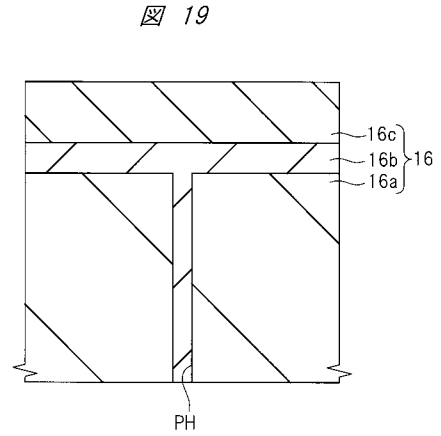
図 17



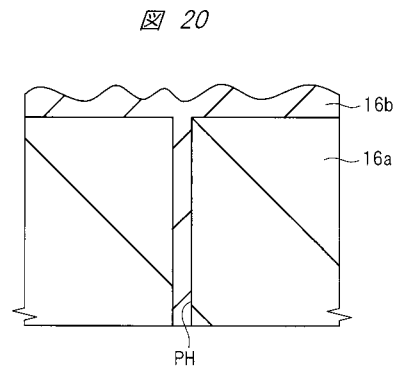
【図18】



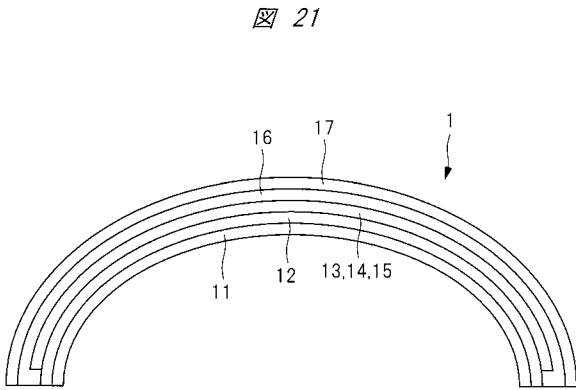
【図19】



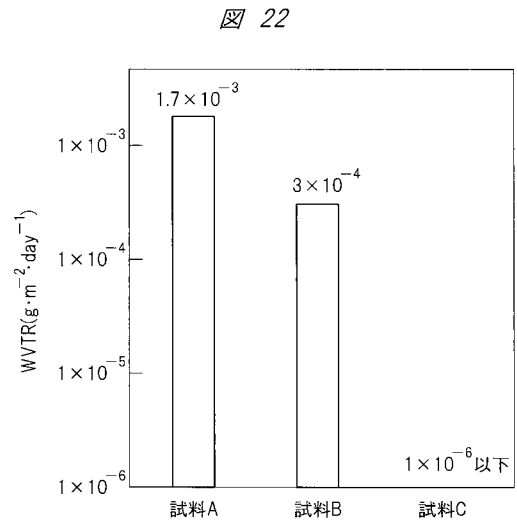
【図20】



【図21】



【図22】



---

フロントページの続き

(72)発明者 海老沢 孝

神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号 株式会社日本製鋼所内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC23 DD17 EE48 EE49 EE50 FF15 GG02 GG03

专利名称(译)	形成有机EL元件用保护膜的方法，显示装置的制造方法和显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2018028996A</a>	公开(公告)日	2018-02-22
申请号	JP2016159659	申请日	2016-08-16
[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	鷲尾圭亮 松本竜弥 次田純一 海老沢孝		
发明人	鷲尾 圭亮 松本 竜弥 次田 純一 海老沢 孝		
IPC分类号	H05B33/04 H01L51/50 H05B33/10 H05B33/02		
CPC分类号	H01L51/5256 H01L51/0097 H01L51/56		
FI分类号	H05B33/04 H05B33/14.A H05B33/10 H05B33/02		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC23 3K107/DD17 3K107/EE48 3K107/EE49 3K107/EE50 3K107/FF15 3K107/GG02 3K107/GG03		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：改善用于有机EL元件的保护膜的性能。用于制造具有甲有机EL元件的显示装置的方法包括在基板11上形成有机EL元件，形成了保护膜16，以覆盖有机EL元件的步骤。保护膜16由包含含有Si的绝缘膜16a，含有Al的绝缘膜16b和含有Si的绝缘膜16c的层叠膜形成。形成保护膜16的步骤包括：使用等离子体CVD法形成绝缘膜16a以覆盖有机EL元件的步骤；通过ALD法在绝缘膜16a上形成绝缘膜16b的步骤；并且通过等离子体CVD法在绝缘膜16b上形成绝缘膜16c的工序。

