



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109315034 A

(43)申请公布日 2019.02.05

(21)申请号 201780037826.7

(22)申请日 2017.08.10

(30)优先权数据

2016-160628 2016.08.18 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.12.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/029160 2017.08.10

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/034244 JA 2018.02.22

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 越智贵志 石田守 园田通

妹尾亨 平瀬刚

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳 徐飞跃

(51)Int.Cl.

H05B 33/02(2006.01)

H05B 33/04(2006.01)

H05B 33/12(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

G02B 1/14(2006.01)

G02B 5/20(2006.01)

G09F 9/30(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

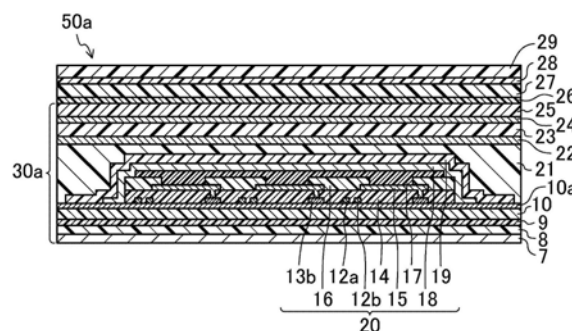
权利要求书1页 说明书21页 附图21页

(54)发明名称

有机EL显示装置

(57)摘要

一种有机EL显示装置(50a),其包括装置主体,所述装置主体包括:由有机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个有机层;和由无机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个无机层,所述多个有机层和所述多个无机层层叠而构成所述装置主体,其中,多个无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)为0.78以上1以下。



1. 一种有机EL显示装置,其包括装置主体,所述装置主体包括:

由有机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个有机层;和

由无机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个无机层,

所述多个有机层和所述多个无机层层叠而构成所述装置主体,

所述有机EL显示装置的特征在于:

所述多个无机层的抗弯刚度之和/(所述多个有机层的抗弯刚度之和+所述多个无机层的抗弯刚度之和)为0.78以上1以下。

2. 如权利要求1所述的有机EL显示装置,其特征在于:

所述多个无机层的抗弯刚度之和/(所述多个有机层的抗弯刚度之和+所述多个无机层的抗弯刚度之和)为0.83以上1以下。

3. 如权利要求1或2所述的有机EL显示装置,其特征在于:

令所述装置主体的一个表面与所述装置主体的中和面之间的距离为 λ (μm),

从所述装置主体的一个表面起的第 i 层的所述有机层或所述无机层的弹性模量为 E_i (Pa),其中, i 是1~ n 的自然数,

所述装置主体的一个表面与所述第 i 层的所述有机层或所述无机层的位于该装置主体的另一侧的表面之间的距离为 h_i (μm)时,

满足下式,

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i (h_i^2 - h_{i-1}^2)}{2 \sum_{i=1}^n E_i (h_i + h_{i-1})} \quad \circ$$

4. 如权利要求3所述的有机EL显示装置,其特征在于:

所述第 i 层的所述有机层或所述无机层的抗弯刚度 $E_i I_i$ 满足下式, $E_i I_i = b E_i \{ (h_i - \lambda)^3 - (h_{i-1} - \lambda)^3 \} / 3$,

其中, b 是与所述装置主体的弯曲半径的中心轴平行的方向上的该装置主体的宽度。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的有机EL显示装置,其特征在于:

在所述装置主体的一个表面设置有硬膜,作为所述多个无机层中的一个无机层。

6. 如权利要求5所述的有机EL显示装置,其特征在于:

所述硬膜具有所述多个无机层的抗弯刚度中最大的抗弯刚度。

7. 如权利要求1~6中任一项所述的有机EL显示装置,其特征在于:

在所述装置主体的另一个表面设置有刚性赋予层,作为所述多个无机层中的一个无机层。

8. 如权利要求7所述的有机EL显示装置,其特征在于:

所述刚性赋予层具有所述多个无机层的抗弯刚度中第二大的抗弯刚度。

9. 如权利要求1~8中任一项所述的有机EL显示装置,其特征在于:

在所述装置主体中设置有具有滤色片的有机EL显示面板和层叠在该有机EL显示面板上的触摸面板。

10. 如权利要求1~8中任一项所述的有机EL显示装置,其特征在于:

在所述装置主体中设置有具有滤色片和触摸面板的有机显示面板。

有机EL显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有机EL显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,作为代替液晶显示装置的显示装置,使用了有机EL(electroluminescence,电致发光)元件的自发光型的有机EL显示装置备受关注。在该有机EL显示装置中,提案有通过采用在具有挠性的树脂基板上层叠有机EL元件及各种薄膜等的构造从而能够反复弯曲的有机EL显示装置。

[0003] 例如,专利文献1公开了一种显示装置,其包括具有挠性的显示部件和配置在该显示部件的背面的具有形状记忆功能的支承部件,能够利用装置内产生的热来消除弯折后发生的挠曲和凹凸。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2013-210491号公报。

发明内容

[0007] 发明要解决的技术问题

[0008] 不过,即使是可反复弯曲的有机EL显示装置,若在弯折状态下放置,在弯曲成U字形的弯曲部也可能会形成弯曲痕迹(下称“折痕”)。这样,在有机EL显示装置的显示画面上,折痕会作为凹凸被观察到,外观质量将会降低。

[0009] 本发明是鉴于这一点而做出的,其目的在于抑制有机EL显示装置的折痕。

[0010] 解决问题的技术手段

[0011] 为实现上述目的,本发明的有机EL显示装置包括装置主体,所述装置主体包括:由有机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个有机层;和由无机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个无机层,所述多个有机层和所述多个无机层层叠而构成所述装置主体,所述有机EL显示装置的特征在于:所述多个无机层的抗弯刚度之和/(所述多个有机层的抗弯刚度之和+所述多个无机层的抗弯刚度之和)为0.78以上1以下。

[0012] 发明效果

[0013] 采用本发明,无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)为0.78以上1以下,故有机EL显示装置的折痕半径容易为81mm以上,能够抑制有机EL显示装置的折痕。

附图说明

[0014] 图1是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置的像素结构的俯视图。

[0015] 图2是有机EL显示装置沿图1中的II-II线的剖视图。

[0016] 图3是构成本发明第一实施方式的有机EL显示装置的有机EL元件层的等效电路图。

[0017] 图4是构成本发明第一实施方式的有机EL显示装置的有机EL层的剖视图。

[0018] 图5是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置的层叠结构的示意图。

[0019] 图6是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例1之内容的表。

[0020] 图7是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体进行的折痕测量方法的第一说明图。

[0021] 图8是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体进行的折痕测量方法的第二说明图。

[0022] 图9是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体进行的折痕测量方法的第三说明图。

[0023] 图10是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体测得的折痕半径的测量数据的表。

[0024] 图11是表示将本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体测得的折痕半径的测量数据变换为折痕的曲率而得到的表。

[0025] 图12是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体测得的弯曲保持时间与折痕的曲率之关系的坐标图。

[0026] 图13是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例1~12的折痕半径和无机刚度比的表。

[0027] 图14是表示本发明第一实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例1~12的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0028] 图15是本发明第二实施方式的有机EL显示装置的剖视图。

[0029] 图16是表示本发明第二实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例13之内容的表。

[0030] 图17是表示本发明第二实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例13~24的折痕半径和无机刚度比的表。

[0031] 图18是表示本发明第二实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例13~24的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0032] 图19是本发明第三实施方式的有机EL显示装置的剖视图。

[0033] 图20是表示本发明第三实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例25之内容的表。

[0034] 图21是表示本发明第三实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例25~35的折痕半径和无机刚度比的表。

[0035] 图22是表示本发明第三实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例25~35的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0036] 图23是本发明第四实施方式的有机EL显示装置的剖视图。

[0037] 图24是表示本发明第四实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例36之内容的表。

[0038] 图25是表示本发明第四实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例36~46的折痕半径和无机刚度比的表。

[0039] 图26是表示本发明第四实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例36~46的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0040] 图27是表示本发明第一~第四实施方式的有机EL显示装置中具体得到的弯曲半径(折痕半径)的评价结果的表。

[0041] 图28是表示本发明第一~第四实施方式的有机EL显示装置中弯曲半径(折痕半径)与容忍比例之关系的坐标图。

[0042] 图29是表示本发明第一~第四实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例1~46的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

具体实施方式

[0043] 以下,基于附图详细说明本发明的实施方式。此外,本发明不限于以下的各实施方式。

[0044] 《第一实施方式》

[0045] 图1~图14表示本发明的有机EL显示装置的第一实施方式。在此,图1是表示本实施方式的有机EL显示装置50a的像素结构的俯视图。图2是有机EL显示装置50a沿图1中的II-II线的剖视图。图3是构成有机EL显示装置50a的有机EL元件层20的等效电路图。图4是构成有机EL显示装置50a的有机EL层17的剖视图。

[0046] 如图2所示,有机EL显示装置50a包括有机EL显示面板30a、隔着(第二)粘接层26设置在有机EL显示面板30a上的触摸面板27和隔着(第三)粘接层28设置在触摸面板27上的硬膜29。在此,如图1所示,在有机EL显示装置50a的显示区域(未图示)呈矩阵状地配置有多个子像素P。在有机EL显示装置50a的显示区域,如图1所示,将具有用于进行红色的灰度显示的红色发光区域Lr的子像素P、具有用于进行绿色的灰度显示的绿色发光区域Lg的子像素P、及具有用于进行蓝色的灰度显示的蓝色发光区域Lb的子像素P设置为彼此相邻。在有机EL显示装置50a的显示区域,由具有红色发光区域Lr、绿色发光区域Lg及蓝色发光区域Lb的相邻的三个子像素P构成一个像素。

[0047] 如图2所示,有机EL显示面板30a包括:树脂基板层10,依次设置在树脂基板层10的背面(图中下侧)的应力调节层8和刚性赋予层7,以及依次设置在树脂基板层10的正面(图中上侧)的有机EL元件层20、滤色片23和滤色片基材25。

[0048] 树脂基板层10例如由聚酰亚胺树脂等(后述实验例1采用了聚酰亚胺树脂)构成。

[0049] 应力调节层8的抗弯刚度较大,用于控制中和面N(参照图5)的位置,其中,中和面N是在使有机EL显示装置50a弯曲时既不被压缩也不被拉伸、实质上不产生弯曲应力的面。在此,应力调节层8例如由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、芳族聚酰胺、(甲基)丙烯酸酯、三醋酸纤维素等(后述实验例1采用了聚对苯二甲酸乙二醇酯)的塑料薄膜构成。在应力调节层8与树脂基板层10的层间,设置有例如由光固化型粘接片、UV固化型粘接剂、热固化型粘接剂、环氧类粘接剂、氰基丙烯酸酯类瞬间粘接剂等(后述实验例1采用了丙烯酸类UV固化树脂)构成的第一粘接层9。

[0050] 刚性赋予层7如图2所示,为了提高有机EL显示装置50a的刚性而设置在应力调节

层8上(装置主体的图中下表面),例如由氮化硅膜等(后述实验例1采用了氮化硅膜)无机绝缘膜形成。

[0051] 如图3所示,有机EL元件层20包括:在树脂基板层10(参照图2)上沿图中横向以相互平行地延伸的方式设置的多个栅极线11、沿图中纵向以相互平行地延伸的方式设置的多个源极线12a、以与各源极线12a相邻且相互平行地延伸的方式设置的多个电源线12b。在树脂基板层10与各栅极线11等的栅极层的层间,设置有例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例1采用了氧化硅(上层:第二基底膜)/氮化硅膜(下层:第一基底膜)的层叠膜)构成的基底膜10a。

[0052] 此外,如图3所示,有机EL元件层20包括:分别设置在各子像素P的多个第一TFT13a;分别设置在各子像素P的多个第二TFT13b;分别设置在各子像素P的多个电容器13c。在此,如图3所示,第一TFT13a与对应的栅极线11及源极线12a连接。另外,如图3所示,第二TFT13b与对应的第一TFT13a及电源线12b连接。第一TFT13a和第二TFT13b例如包括:在基底膜10a上岛状设置的半导体层,以覆盖半导体层的方式设置的栅极绝缘膜,以与半导体层的一部分重叠的方式设置在栅极绝缘膜上的栅极电极,以覆盖栅极电极的方式设置的层间绝缘膜,和设置在层间绝缘膜上、以彼此隔开间隔的方式配置的源极电极与漏极电极。另外,如图3所示,电容器13c与对应的第一TFT13a及电源线12b连接。而且,电容器13c例如由与栅极线11相同的材料形成于同一层的一个电极、由与源极线12a相同的材料形成于同一层的另一个电极和设置在该一对电极之间的层间绝缘膜构成。在此,栅极绝缘膜例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例1采用了氧化硅的单层膜)构成。栅极电极例如由金属导电膜的单层膜或层叠膜(后述实验例1采用了钨膜(上层:第二栅极电极层)/氮化钽膜(下层:第一栅极电极层)的层叠膜)构成。层间绝缘膜例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例1采用了氧化硅(上层:第三层间绝缘膜)/氮化硅(中层:第二层间绝缘膜)/氧化硅(下层:第一层间绝缘膜)的積層膜)构成。此外,在本实施方式中,例示了顶栅型的第一TFT13a及第二TFT13b,但第一TFT13a及第二TFT13b也可以为底栅型的TFT。

[0053] 此外,如图2所示,有机EL元件层20包括:以实际上覆盖各第一TFT13a(参照图3)、各第二TFT13b及各电容器13c(参照图3)的方式设置的保护绝缘膜14;在保护绝缘膜14上分别作为各子像素P的阳极而设置并与对应的第二TFT13b连接的多个第一电极15。在此,如图2所示,保护绝缘膜14设置成覆盖各第二TFT13b的漏极电极的除一部分之外的部分。保护绝缘膜14例如包括第一保护绝缘膜和第二保护绝缘膜,第一保护绝缘膜由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例1采用了氮化硅的单层膜)构成,第二保护绝缘膜由感光性丙烯酸酯树脂、感光性聚酰亚胺树脂、感光性聚硅氧烷树脂等(后述实验例1采用了感光性丙烯酸酯树脂)构成。另外,多个第一电极15以与多个子像素P对应的方式呈矩阵状地设置在层间绝缘膜14上。另外,在各子像素P中,如图2所示,第一电极15经由形成于保护绝缘膜14的接触孔,与第二TFT13b的漏极电极连接。另外,第一电极15具有向后述的有机EL层17注入空穴的功能。另外,为了提高对有机EL层17的空穴注入效率,第一电极15更优选由功函数大的材料形成。此外,作为构成第一电极15的材料,例如可举出银(Ag)、铝(Al)、钒(V)、钴(Co)、镍(Ni)、钨(W)、金(Au)、钙(Ca)、钛(Ti)、钇(Y)、钠(Na)、钌(Ru)、锰(Mn)、铟(In)、镁(Mg)、锂(Li)、镱(Yb)等金属材料。另外,构成第一电极15的材料例如也可以为镁

(Mg)/铜(Cu)、镁(Mg)/银(Ag)、钠(Na)/钾(K)、碲(At)/氧化碲(AtO_2)、锂(Li)/铝(Al)、锂(Li)/钙(Ca)/铝(Al)、或氟化锂(LiF)/钙(Ca)/铝(Al)等合金。此外,构成第一电极15的材料例如也可以为氧化锡(SnO)、氧化锌(ZnO)、铟锡氧化物(ITO)、铟锌氧化物(IZO)那样的导电性氧化物等。另外,第一电极15例如也可以如ITO/Ag、IZO/Ag、IZO/Al那样层叠多个由上述材料构成的层而形成。此外,在导电性氧化物等中作为功函数大的材料,例如可举出铟锡氧化物(ITO)及铟锌氧化物(IZO)等。

[0054] 此外,如图2所示,有机EL元件层20包括以覆盖各第一电极15的端缘部的方式呈格子状设置的边缘覆盖件16和以覆盖从边缘覆盖件16露出的第一电极15的方式设置的有机EL层17。在此,作为构成边缘覆盖件16的材料,例如可举出氧化硅(SiO_2)、四氮化三硅(Si_3N_4)之类的氮化硅(SiN_x (x 为正数))、氮氧化硅(SiNO)等的无机膜,或(感光性)聚酰亚胺树脂、(感光性)丙烯酸酯树脂、酸室化(感光性)聚硅氧烷树脂、酚醛清漆树脂等的有机膜。另外,如图4所示,有机EL层17包括依次设置在第一电极15上的空穴注入层1、空穴传输层2、发光层3、电子传输层4及电子注入层5。

[0055] 空穴注入层1还被称为阳极缓冲层,其使第一电极15和有机EL层17的能级接近,具有改善从第一电极15对有机EL层17的空穴注入效率的功能。在此,作为构成空穴注入层1的材料,例如可举出三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷衍生物、吡唑啉衍生物、苯二胺衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、腈衍生物、二苯乙烯衍生物等。

[0056] 空穴传输层2具有提高空穴从第一电极15向有机EL层17的传输效率的功能。在此,作为构成空穴传输层2的材料,例如可举出卞啉衍生物、芳族叔胺化合物、苯乙胺衍生物、聚乙烯咪唑、聚对苯乙炔、聚硅烷、三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳胺衍生物、胺取代的查耳酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、腈衍生物、二苯乙烯衍生物、氢化非晶硅、氢化非晶碳化硅、硫化锌、硒化锌等。

[0057] 发光层3是在由第一电极15及后述的第二电极18施加电压时,从第一电极15及第二电极18分别注入空穴及电子,并且将空穴及电子复合的区域。在此,发光层3由发光效率高的材料形成。而且,作为构成发光层3的材料,例如可举出金属轻基哇琳酮化合物[8-羟基喹啉金属络合物]、萘衍生物、蒽衍生物、二苯乙烯衍生物、乙烯基丙酮衍生物、三苯胺衍生物、丁二烯衍生物、香豆素衍生物、苯并噁唑衍生物、噁二唑衍生物、噁唑衍生物、苯并咪唑衍生物、噻二唑衍生物、苯并噻唑衍生物、苯乙烯基衍生物、苯乙胺衍生物、双苯乙烯基苯衍生物、三苯乙烯基苯衍生物、茈衍生物、紫环酮衍生物、氨基茈衍生物、吡啶衍生物、罗丹明衍生物、吡啶衍生物、吩噻嗪、喹吡啶酮衍生物、红荧烯、聚对苯乙炔、聚硅烷等。

[0058] 电子传输层4具有使电子高效率地迁移至发光层3的功能。在此,作为构成电子传输层4的材料,例如作为有机化合物可举出噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯醌衍生物、萘醌衍生物、蒽醌衍生物、四氰基蒽醌二甲烷衍生物、二苯醌衍生物、茚酮衍生物、噻咯衍生物、金属轻基哇琳酮化合物等。

[0059] 电子注入层5使第二电极18和有机EL层17的能级接近,具有提高从第二电极18向有机EL层17注入电子的效率的功能,利用该功能,能够降低有机EL元件层20的驱动电压。此外,电子注入层5还被称为阴极缓冲层。在此,作为构成电子注入层5的材料,例如可举出氟

化锂(LiF)、氟化镁(MgF₂)、氟化钙(CaF₂)、氟化锶(SrF₂)、氟化钡(BaF₂)那样的无机碱化合物、氧化铝(Al₂O₃)、氧化锶(SrO)等。

[0060] 此外,如图2所示,有机EL元件层20包括:以覆盖有机EL层17及边缘覆盖件16的方式作为阴极而设置的第二电极18;和以覆盖第二电极18的方式设置的密封膜19。在此,第二电极18具有向有机EL层17注入电子的功能。另外,为了提高对有机EL层17的电子注入效率,第二电极18更优选由功函数小的材料构成。此外,作为构成第二电极18的材料,例如可举出银(Ag)、铝(Al)、钒(V)、钴(Co)、镍(Ni)、钨(W)、金(Au)、钙(Ca)、钛(Ti)、钇(Y)、钠(Na)、钌(Ru)、锰(Mn)、铟(In)、镁(Mg)、锂(Li)、镱(Yb)等。另外,第二电极18例如也可以由镁(Mg)/铜(Cu)、镁(Mg)/银(Ag)、钠(Na)/钾(K)、碲(At)/氧化碲(AtO₂)、锂(Li)/铝(Al)、锂(Li)/钙(Ca)/铝(Al)、氟化锂(LiF)/钙(Ca)/铝(Al)等合金形成。另外,第二电极18例如也可以由氧化锡(SnO)、氧化锌(ZnO)、铟锡氧化物(ITO)、铟锌氧化物(IZO)等导电性氧化物形成。另外,第二电极18例如也可以如ITO/Ag那样层叠多个由上述材料构成的层而形成。此外,作为功函数小的材料,例如可举出镁(Mg)、锂(Li)、镁(Mg)/铜(Cu)、镁(Mg)/银(Ag)、钠(Na)/钾(K)、锂(Li)/铝(Al)、锂(Li)/钙(Ca)/铝(Al)、氟化锂(LiF)/钙(Ca)/铝(Al)等。另外,密封膜19具有保护有机EL层17免受水分及氧影响的功能。此外,作为构成密封膜19的材料,例如可举出氧化硅(SiO₂)及氧化铝(Al₂O₃)、四氮化三硅(Si₃N₄)之类的氮化硅(SiN_x(x为正数))、碳氮化硅(SiCN)等无机材料,丙烯酸酯、聚脲、聚对亚苯基二甲基、聚酰亚胺、聚酰胺等有机材料(后述实验例1采用了氮化硅)。

[0061] 滤色片23例如包括:呈格子状设置的黑矩阵层;以与各子像素P对应的方式分别设置的红色层、绿色层及蓝色层之多个彩色光阻层;以覆盖黑矩阵层及各彩色光阻层的方式设置的外涂层,例如由感光性丙烯酸酯树脂等(后述实验例1采用了感光性丙烯酸酯树脂)构成。如图2所示,滤色片23隔着(第二)防湿层24设置在滤色片基材25上(设置于图中下侧)。并且,如图2所示,在滤色片23的(图中下侧的)表面设置有(第一)防湿层22。第一防湿层22和第二防湿层24例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜等(后述实验例1采用了氮化硅的单层膜)无机绝缘膜构成。而滤色片基材25例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例1采用了聚酰亚胺树脂)构成。在此,如图2所示,在有机EL元件层20与第一防湿层22的层间,设置有例如由环氧类UV固化树脂等(后述实验例1采用了环氧类UV固化树脂)构成的填充层21。

[0062] 触摸面板27例如包括触摸面板基材、设置在触摸面板基材的背面侧的触摸面板第一配线层和设置在触摸面板基材的正面侧的触摸面板第二配线层,形成投影型静电电容方式的结构。触摸面板基材例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例1采用了聚酰亚胺树脂)构成。而触摸面板第一配线层和触摸面板第二配线层例如由铜等(后述实验例1采用了铜)的金属膜构成。在此,如图2所示,在滤色片基材25与触摸面板27的层间,设置有例如由光固化型粘接片、UV固化型粘接剂、热固化型粘接剂、环氧类粘接剂、氰基丙烯酸酯类瞬间粘接剂等(后述实验例1采用了丙烯类UV固化树脂)构成的第二粘接层26。

[0063] 硬膜29包括硬膜基材和设置在硬膜基材上的硬膜层。在此,硬膜基材例如由聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、芳族聚酰胺、(甲基)丙烯酸酯等(后述

实验例1采用了聚对苯二甲酸乙二醇酯)的塑料薄膜构成。而硬膜层例如由UV固化型有机硅树脂、热固化型树脂、丙烯酸酯树脂、氨基甲酸乙酯树脂、聚硅氧烷树脂、无机绝缘膜等(后述实验例1采用了氮化硅膜)构成。如图2所示,在触摸面板27与硬膜层29的层间,设置有例如由光固化型粘接片、UV固化型粘接剂、热固化型粘接剂、环氧类粘接剂、氰基丙烯酸酯类瞬间粘接剂等(后述实验例1采用了丙烯类UV固化树脂)构成的第三粘接层28。

[0064] 上述结构的有机EL显示装置50a构成为:在各子像素P中,经由栅极线11向第一TFT13a输入栅极信号,从而将第一TFT13a设为接通状态,并经由源极线12a向第二TFT13b的栅极电极及电容器13c写入与源极信号对应的规定的电压,基于第二TFT13b的栅极电压,规定来自电源线12b的电流的大小,并将该规定的电流向发光层3供给,由此,发光层3发光而进行图像显示。此外,在有机EL显示装置50a中,即使第一TFT13a成为截止状态,由于第二TFT13b的栅极电压通过电容器13c被保持,因此,在下一帧的栅极信号输入前,发光层3的发光能够被维持。

[0065] 有机EL显示装置50a例如能够通过以下方式制造。

[0066] 首先,使用公知的方法,在形成于玻璃基板上的树脂基板层10的表面形成有机EL元件层20,制备元件基板。此外,使用公知的方法,在形成于另一玻璃基板上的滤色片基材25的表面形成第二防湿层24、滤色片23和第一防湿层22,制备CF基板。接着,将元件基板和CF基板隔着填充层21粘在一起,之后利用激光照射等方法,剥离CF基板侧的玻璃基板,并在该剥离了玻璃基板的滤色片基材25的背面适当地层叠第二粘接层26~硬膜29。进而,利用激光照射等方法,剥离元件基板侧的玻璃基板,并在该剥离了玻璃基板的树脂基板层10的背面适当地层叠第一粘接层9~刚性赋予层7。

[0067] 如上所述,有机EL显示装置50a包括装置主体,该装置主体中层叠有由有机材料构成的多个有机层和由无机材料构成的多个无机层。在此,作为有机层可列举应力调节层8、第一粘接层9、树脂基板层10、第二保护绝缘膜、有机EL层17的主要部分、填充层21、滤色片23、滤色片基材25、第二粘接层26、触摸面板基材、第三粘接层28、硬膜基材等。而作为无机层,可列举刚性赋予层7、基底膜10a、栅极绝缘膜、栅极电极、层间绝缘膜、第一保护绝缘膜、密封膜19、第一防湿层22、第二防湿层24、触摸面板第一配线层、触摸面板第二配线层、硬膜层等。

[0068] 在有机EL显示装置50a中,如图5所示,构成装置主体的各有机层和各无机层具有规定的弹性模量(E_1 、 E_2 ... E_i ... E_n)和规定的膜厚。在此,图5是表示有机EL显示装置50a的层叠结构的示意图。在该图5中,各层的 E_i (i 是1~ n 的自然数)表示该层的弹性模量,各层的 h_i 表示有机EL显示装置50a的一个表面(图中上表面)与该层的位于有机EL显示装置50a的另一侧的表面——即该层的图中下表面之间的距离, λ 表示有机EL显示装置50a的一个表面与有机EL显示装置50a的中和面N之间的距离。

[0069] λ 可通过下式求取。

$$[0070] \quad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i (h_i^2 - h_{i-1}^2)}{2 \sum_{i=1}^n E_i (h_i + h_{i-1})}$$

[0071] 各层的抗弯刚度 $E_i I_i$ 定义为各层的截面惯性矩 I_i 与构成各层的材料的弹性模量 E_i

的积,可通过下式求取。

$$[0072] \quad E_i I_i = b E_i \{ (h_i - \lambda)^3 - (h_{i-1} - \lambda)^3 \} / 3$$

[0073] 在此,在该公式中,b(参照后述图7)是与有机EL显示装置50a的弯曲半径的中心轴A(参照后述图8)平行的方向上的有机EL显示装置50a的宽度。

[0074] 在有机EL显示装置50a中,如后文所述,为了使其折痕的半径为100mm以上,多个无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下)。

[0075] 接着,使用图6~图15说明具体进行的实验。在此,图6是表示有机EL显示装置50a中具体进行的实验例1之内容的表。图7表示对有机EL显示装置50a具体进行的折痕 r_b 的测量方法,是表示弯曲前的测试体S的状态的俯视图。图8同样表示折痕 r_b 的测量方法,是表示弯曲后的测试体S的状态的侧视图。图9同样表示折痕 r_b 的测量方法,是表示形成了折痕的测试体S的状态的侧视图。图10是表示有机EL显示装置50a中具体测得的折痕半径 r_b 的测量数据的表。图11是表示将有机EL显示装置50a中具体测得的折痕半径 r_b 的测量数据变换为折痕的曲率而得到的表。图12是表示有机EL显示装置50a中具体测得的弯曲保持时间与折痕的曲率之关系的坐标图。图13是表示有机EL显示装置50a中具体进行的实验例1~12的折痕半径和无机刚度比的表。图14是表示实验例1~12的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0076] 作为本实施方式的实施例(实验例1)制备图6的表所示之结构的3.4寸($b=52\text{mm}$)的有机EL显示装置50a(测试体S)。在此,图6的表中的“ $E_i I_i / \sum E_i I_i \times 100$ ”这一数值表示该层的抗弯刚度 $E_i I_i$ 在构成要素No.1~No.28的抗弯刚度 $E_i I_i$ 的总和之中所占的比例(%)。

[0077] 对制备的测试体S通过以下方式求得折痕半径 r_c 。

[0078] 首先,如图7的俯视图所示,利用粘接剂将测试体S固定在隔开9.42mm(后述弯曲半径 $r_a \times \pi$)的一对玻璃基板Ga和Gb的表面。

[0079] 接着,如图8的侧视图所示,在一对玻璃基板Ga和Gb之间夹着6mm厚的间隔件,以弯曲轴A为中心、弯曲半径 r_a 为3mm的方式,将测试体S保持在常温常湿环境(24℃、47%左右)下。

[0080] 进而,在保持例如30分钟后、1小时后、1天后、3天后、1周后、2周后、1个月后或3个月后,分别恢复图7的状态,使用mitutoyo公司生产的QuickVision,如图9的侧视图所示,从玻璃基板Ga上到玻璃基板Gb上连续地测量测试体S的表面高度(Z),作为测试体S的折痕的半径(折痕半径 r_b) (参照图10)。在此,图10的表中的测试体a~e是为了说明折痕的求取方法而使用的代表例。另外,图10的表中的1秒后的2000mm的折痕半径 r_b ,是为了校正初始的测量误差,将1秒后的折痕的曲率视作约为0(0.0005)而设定的。

[0081] 之后,将图10的表中所示的折痕半径 r_b 如图11的表所示变换为折痕的曲率($1/r_b$),在弯曲保持时间(X)和折痕的曲率(Y)之间得到图12所示的关系。因此,对于测试体a~e分别求得了近似式(a: $Y=0.00731\ln X-0.0044$ 、b: $Y=0.00581\ln X-0.0035$ 、c: $Y=0.00221\ln X-0.0009$ 、d: $Y=0.00171\ln X-0.0008$ 、e: $Y=0.00051\ln X-0.0003$)。将 $X=1 \times 10^8$ 秒后代入近似式中,所求得的曲率(Y)的倒数为约3年后的折痕半径 r_c 。

[0082] 各层的弹性模量(indentation modulus,压痕模量)是使用Fischer Instruments公司生产的Fischerscope H100C测量压痕模量而求得的。在此,对于有机层采用了这样的

条件,即,在玻璃基板上形成 $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 左右,以压入速度 2mN/秒 的载荷控制进行测量,并且最大压入量在 $0.1\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 的范围、底材的影响较小。而对于无机层采用了这样的条件,即,在硅基板上形成 $0.5\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 左右,以压入速度 2mN/秒 的载荷控制进行测量,并且最大压入量在 $0.1\mu\text{m}\sim 0.3\mu\text{m}$ 的范围、底材的影响较小。对于无机层之一的金属层,由于其膜厚很薄且已被图案化,对整体的影响较小,故固定为 120MPa 。

[0083] 如图13的表所示,在实验例1中,无机刚度比为 0.87 ,折痕半径 r_c 为 100mm 。

[0084] 同样地,按以下条件制备实验例2~12的有机EL显示装置,求得无机刚度比和折痕半径 r_c 。在以下各实验例的说明中,针对与实验例1不同之处进行说明。

[0085] <实验例2>

[0086] 将硬膜层变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量 9.2GPa)。将硬膜基材的厚度变更为 $30\mu\text{m}$ 。将第三粘接层的厚度变更为 $15\mu\text{m}$ 。将第一基底膜变更为 $0.05\mu\text{m}$ 厚的氮氧化硅膜(弹性模量 133GPa)。将第一粘接层的厚度变更为 $15\mu\text{m}$ 。将应力调节层变更为 $40\mu\text{m}$ 厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量 3.6GPa)。省去刚性赋予层。

[0087] <实验例3>

[0088] 将硬膜层变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量 5GPa)。将硬膜基材变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将触摸面板基材变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为 $5\mu\text{m}$ 。将滤色片基材变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将第二防湿层的厚度变更为 $1\mu\text{m}$ 。将密封膜变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的氮化硅膜(弹性模量 200GPa)。将第一基底膜变更为 $0.05\mu\text{m}$ 厚的氮氧化硅膜(弹性模量 133GPa)。将树脂基板层变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0089] <实验例4>

[0090] 将硬膜层变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量 5GPa)。将硬膜基材变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将触摸面板基材变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为 $5\mu\text{m}$ 。在滤色片基材与第二防湿层之间增加 $5\mu\text{m}$ 厚的由氮化硅膜(弹性模量 81GPa)构成的无机层。将第一基底膜变更为 $0.05\mu\text{m}$ 厚的氮氧化硅膜(弹性模量 133GPa)。在基底膜与树脂基板层之间增加 $5\mu\text{m}$ 厚的由氮化硅膜(弹性模量 81GPa)构成的无机层。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0091] <实验例5>

[0092] 将硬膜层变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量 5GPa)。将硬膜基材变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将触摸面板基材变更为 $5\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为 $5\mu\text{m}$ 。将滤色片基材变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量 2GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加 $5\mu\text{m}$ 厚的由氮化硅膜(弹性模量 81GPa)构成的无机层。将第二防湿层的厚度变更为 $1\mu\text{m}$ 。将密封膜变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的氮化硅膜(弹性模量 200GPa)。将第一基底膜变更为 $0.05\mu\text{m}$ 厚的氮氧化硅膜(弹性模量 133GPa)。在基底膜与树脂基板层之间增加 $5\mu\text{m}$ 厚的由氮化硅膜(弹性模量 81GPa)构成的无机层。将树脂基板层变更为 $10\mu\text{m}$ 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量 2GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0093] <实验例6>

[0094] 将硬膜层的厚度变更为5 μm 。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为5 μm 。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜(弹性模量133GPa)。将刚性赋予层的厚度变更为0.55 μm 。

[0095] <实验例7>

[0096] 将硬膜层变更为10 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.2GPa)。将硬膜基材的厚度变更为30 μm 。将第三粘接层的厚度变更为15 μm 。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜(弹性模量133GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0097] <实验例8>

[0098] 将硬膜层变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将硬膜基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。在第三粘接层与触摸面板第二配线层之间增加4 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第二粘接层的厚度变更为9 μm 。将第二防湿层变更为0.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将第一防湿层变更为0.1 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜(弹性模量133GPa)。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0099] <实验例9>

[0100] 将硬膜层变更为10 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.2GPa)。将硬膜基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为5 μm 。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜(弹性模量133GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0101] <实验例10>

[0102] 将硬膜层变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将硬膜基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为5 μm 。将滤色片基材变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第二防湿层的厚度变更为1 μm 。将密封膜变更为10 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜(弹性模量133GPa)。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0103] <实验例11>

[0104] 将硬膜层的厚度变更为5 μm 。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜(弹性模量133GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0105] <实验例12>

[0106] 将硬膜层的厚度变更为5 μm 。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将第二粘接层的厚度变更为5 μm 。将第一基底膜变更为0.05 μm 厚的氮氧化硅膜

(弹性模量133GPa)。省去第一粘接层、应力调节层和刚性赋予层。

[0107] 基于上述实验例1~12的结果(参照图13的表),将无机刚度比与折痕半径 r_c 的关系制成坐标图,如图14所示,可知,无机刚度比与折痕半径 r_c 之间存在正相关关系。并且可知,对于有机EL显示装置50a而言,如后文所述,若无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),则折痕半径 r_c 有较高的几率为81mm以上(优选101mm以上)。

[0108] 如以上说明,根据本实施方式的有机EL显示装置50a,能够得到以下的效果。

[0109] 由于无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),因此有机EL显示装置50a的折痕半径 r_c 容易为81mm以上(优选101mm以上)。因此,能够抑制有机EL显示装置50a的折痕,能够抑制有机EL显示装置50a的外观质量降低。

[0110] 《第二实施方式》

[0111] 图15~图18表示本发明的有机EL显示装置的第二实施方式。在此,图15是本实施方式的有机EL显示装置50b的剖视图。在以下各实施方式中,对于与图1~图14相同的部分标注相同的附图标记,并省略其详细说明。

[0112] 在上述第一实施方式中,例示了触摸面板27设置在有机EL显示面板30a上的有机EL显示装置50a,而在本实施方式中,将要例示的是触摸面板27设置在有机EL显示面板30b内的有机EL显示装置50b。

[0113] 如图15所示,有机EL显示装置50b包括有机EL显示面板30b、隔着粘接层28b设置在有机EL显示面板30b上的硬膜29。有机EL显示装置50b的显示区域中排列的像素的结构与上述第一实施方式的有机EL显示装置50a的显示区域中排列的像素的结构实质上相同。

[0114] 如图15所示,有机EL显示面板30b包括树脂基板层10和依次设置在树脂基板层10的表面(图中上侧)的有机EL元件层20、滤色片23、触摸面板27和滤色片基材25。

[0115] 如图15所示,在树脂基板层10的(图中上侧的)表面,设置有例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例13采用了氧化硅(上层:第二基底膜)/氮氧化硅膜(下层:第一基底膜)的层叠膜)构成的基底膜10a。

[0116] 有机EL元件层20的密封膜19例如由氧化硅(SiO_2)及氧化铝(Al_2O_3)、四氮化三硅(Si_3N_4)之类的氮化硅(SiN_x (x 为正数))、碳氮化硅(SiCN)等无机材料,丙烯酸酯、聚脲、聚对亚苯基二甲基、聚酰亚胺、聚酰胺等有机材料(后述实验例13采用了氮化硅)构成。

[0117] 如图15所示,滤色片23设置在触摸面板27上(图中下侧)。并且,如图15所示,在滤色片23的(图中下侧的)表面设置有第一防湿层22。在此,如图15所示,在有机EL元件层20与第一防湿层22的层间设置有填充层21。

[0118] 滤色片基材25例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例13采用了聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂)构成。

[0119] 触摸面板27例如包括触摸面板基材、设置在触摸面板基材的背面侧的触摸面板第一配线层和设置在触摸面板基材的正面侧的触摸面板第二配线层,形成投影型静电电容方式的结构。触摸面板基材例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例13采用了聚酰亚胺树脂)构成。而触摸面板第一配线层和触摸面板第二配线层例如由铜等(后述实验例13采用了

铜)的金属膜构成。在此,如图15所示,在触摸面板27与滤色片基材25的层间设置有第二防湿层24。第一防湿层22和第二防湿层24例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜等(后述实验例13采用了氮化硅的单层膜)无机绝缘膜构成。

[0120] 硬膜29包括硬膜基材和设置在硬膜基材上的硬膜层。在此,硬膜基材例如由聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、芳族聚酰胺、(甲基)丙烯酸酯等(后述实验例13采用了聚酰亚胺树脂)的塑料薄膜构成。而硬膜层例如由UV固化型有机硅树脂、热固化型树脂、丙烯酸酯树脂、氨基甲酸乙酯树脂、聚硅氧烷树脂、无机绝缘膜等(后述实验例13采用了氮化硅膜)构成。如图15所示,在滤色片基材25与硬膜层29的层间,设置有例如由光固化型粘接片、UV固化型粘接剂、热固化型粘接剂、环氧类粘接剂、氰基丙烯酸酯类瞬间粘接剂等(后述实验例13采用了丙烯类UV固化树脂)构成的粘接层28b。

[0121] 与上述实施方式1的有机EL显示装置50a同样地,上述结构的有机EL显示装置50b构成为,通过在各子像素P中使发光层3适当发光来进行图像显示。

[0122] 此外,本实施方式的有机EL显示装置50b能够通过适当地改变上述实施方式1的有机EL显示装置50a的制造方法来制造。

[0123] 如上所述,有机EL显示装置50b包括装置主体,该装置主体中层叠有由有机材料构成的多个有机层和由无机材料构成的多个无机层。在此,作为有机层可列举树脂基板层10、第二保护绝缘膜、有机EL层17的主要部分、填充层21、滤色片23、触摸面板基材、滤色片基材25、粘接层28b、硬膜基材等。而作为无机层,可列举基底膜10a、栅极绝缘膜、栅极电极、层间绝缘膜、第一保护绝缘膜、密封膜19、第一防湿层22、第二防湿层24、触摸面板第一配线层、触摸面板第二配线层、硬膜层等。

[0124] 在有机EL显示装置50b中,如后文所述,为了使其折痕的半径为100mm以上,多个无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下)。

[0125] 接着,使用图16~图18说明具体进行的实验。在此,图16是表示有机EL显示装置50b中具体进行的实验例13之内容的表。图17是表示有机EL显示装置50b中具体进行的实验例13~24的折痕半径和无机刚度比的表。图18是表示有机EL显示装置50b中具体进行的实验例13~24的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0126] 作为本实施方式的实施例(实验例13),制备图16的表所示之结构的3.4寸的有机EL显示装置50b,与上述第一实施方式同样地,求得无机刚度比和折痕半径 r_c (参照图17的表)。

[0127] 同样地,按以下条件制备实验例14~24的有机EL显示装置,求得无机刚度比和折痕半径 r_c 。在以下各实验例的说明中,针对与实验例13不同之处进行说明。

[0128] <实验例14>

[0129] 将硬膜层变更为10 μ m厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.2GPa)。将硬膜基材变更为30 μ m厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量3.53GPa)。将粘接层的厚度变更为15 μ m。将滤色片基材变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μ m。将触摸面板基材变更为16 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。在树脂基板层的背面依次增加15 μ m

厚的由丙烯类UV固化树脂(弹性模量0.001GPa)构成的粘接层,和35.8 μ m厚的由聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量3.6GPa)构成的应力调节层。

[0130] <实验例15>

[0131] 将硬膜层变更为5 μ m厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将密封膜的厚度变更为10 μ m。

[0132] <实验例16>

[0133] 将硬膜层变更为5 μ m厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将滤色片基材变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μ m。将触摸面板基材变更为16 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。在第一基底膜与树脂基板层之间增加5 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将树脂基板层变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。

[0134] <实验例17>

[0135] 将硬膜层变更为5 μ m厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将密封膜的厚度变更为10 μ m。在第一基底膜与树脂基板层之间增加5 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0136] <实验例18>

[0137] 将硬膜层的厚度变更为5 μ m。将滤色片基材变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μ m。将触摸面板基材变更为16 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。在树脂基板层的背面依次增加5 μ m厚的由丙烯类UV固化树脂(弹性模量0.001GPa)构成的粘接层,5 μ m厚的由聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量3.53GPa)构成的应力调节层,和0.67 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0138] <实验例19>

[0139] 将硬膜层的厚度变更为5 μ m。将滤色片基材变更为10 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μ m。将触摸面板基材变更为5 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为10 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。在树脂基板层的背面依次增加5 μ m厚的由丙烯类UV固化树脂(弹性模量0.1GPa)构成的粘接层,5 μ m厚的由聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量3.53GPa)构成的应力调节层,和0.49 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0140] <实验例20>

[0141] 将硬膜层变更为10 μ m厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.2GPa)。将硬膜基材变更为30 μ m厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜(弹性模量3.53GPa)。将粘接层的厚度变更为15 μ m。将滤色片基材变更为12 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μ m。将触摸面板基材变更为16 μ m厚的聚酰亚胺树

脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为12 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。

[0142] <实验例21>

[0143] 将硬膜层变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将滤色片基材变更为12 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μm 。将触摸面板基材变更为16 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为12 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。

[0144] <实验例22>

[0145] 将硬膜层变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将密封膜的厚度变更为10 μm 。

[0146] <实验例23>

[0147] 将硬膜层的厚度变更为3.05 μm 。将滤色片基材变更为12 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μm 。将触摸面板基材变更为16 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为12 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。

[0148] <实验例24>

[0149] 将滤色片基材变更为12 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.64GPa)。将第二防湿层的厚度变更为0.5 μm 。将触摸面板基材变更为16 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量4.65GPa)。将密封膜变更为3.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量6.51GPa)。

[0150] 基于上述实验例13~24的结果(参照图17的表),将无机刚度比与折痕半径 r_c 的关系制成坐标图,如图18所示,可知,无机刚度比与折痕半径 r_c 之间存在正相关关系。并且可知,对于有机EL显示装置50b而言,如后文所述,若无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),则折痕半径 r_c 有较高的几率为81mm以上(优选101mm以上)。

[0151] 如以上说明,根据本实施方式的有机EL显示装置50b,能够得到以下的效果。

[0152] 由于无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),因此有机EL显示装置50b的折痕半径 r_c 容易为81mm以上(优选101mm以上)。因此,能够抑制有机EL显示装置50b的折痕,能够抑制有机EL显示装置50b的外观质量降低。

[0153] 《第三实施方式》

[0154] 图19~图22表示本发明的有机EL显示装置的第三实施方式。在此,图19是本实施方式的有机EL显示装置50c的剖视图。

[0155] 在上述第一和第二实施方式中,例示了分别设置有硬膜基材和滤色片基材的有机EL显示装置50a和50b,而在本实施方式中,将要例示的是将硬膜基材和滤色片基材共用的有机EL显示装置50c。

[0156] 如图19所示,有机EL显示装置50c包括有机EL显示面板30c和设置在有机EL显示面

板30c上的硬膜29c。有机EL显示装置50c的显示区域中排列的像素的结构与上述第一实施方式的有机EL显示装置50a的显示区域中排列的像素的结构实质上相同。

[0157] 如图19所示,有机EL显示面板30c包括树脂基板层10和依次设置在树脂基板层10的表面(图中上侧)的有机EL元件层20、滤色片23、触摸面板27和滤色片基材25。

[0158] 如图19所示,在树脂基板层10的(图中上侧的)表面,设置有例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例25采用了氧化硅(上层:第二基底膜)/氮氧化硅膜(下层:第一基底膜)的层叠膜)构成的基底膜10a。

[0159] 有机EL元件层20的密封膜19例如由氧化硅(SiO_2)及氧化铝(Al_2O_3)、四氮化三硅(Si_3N_4)之类的氮化硅(SiN_x (x 为正数))、碳氮化硅(SiCN)等无机材料,丙烯酸酯、聚脲、聚对亚苯基二甲基、聚酰亚胺、聚酰胺等有机材料(后述实验例25采用了氮化硅)构成。

[0160] 如图19所示,滤色片23设置在触摸面板27上(图中下侧)。并且,如图19所示,在滤色片23的(图中下侧的)表面设置有第一防湿层22。在此,如图19所示,在有机EL元件层20与第一防湿层22的层间设置有填充层21。

[0161] 滤色片基材25例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例25采用了聚酰亚胺树脂)构成。

[0162] 触摸面板27例如包括触摸面板基材、设置在触摸面板基材的背面侧的触摸面板第一配线层和设置在触摸面板基材的正面侧的触摸面板第二配线层,形成投影型静电电容方式的结构。触摸面板基材例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例25采用了聚酰亚胺树脂)构成。而触摸面板第一配线层和触摸面板第二配线层例如由铜等(后述实验例25采用了铜)的金属膜构成。在此,如图19所示,在触摸面板27与滤色片基材25的层间设置有第二防湿层24。第一防湿层22和第二防湿层24例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜等(后述实验例25采用了氮化硅的单层膜)无机绝缘膜构成。

[0163] 硬膜29c是设置在兼用作硬膜基材的滤色片基材25上的硬膜层。在此,硬膜29c例如由UV固化型有机硅树脂、热固化型树脂、丙烯酸酯树脂、氨基甲酸乙酯树脂、聚硅氧烷树脂、无机绝缘膜等(后述实验例25采用了氮化硅膜)构成。

[0164] 与上述实施方式1的有机EL显示装置50a同样地,上述结构的有机EL显示装置50c构成为,通过在各子像素P中使发光层3适当发光来进行图像显示。

[0165] 此外,本实施方式的有机EL显示装置50c能够通过适当地改变上述实施方式1的有机EL显示装置50a的制造方法来制造。

[0166] 如上所述,有机EL显示装置50c包括装置主体,该装置主体中层叠有由有机材料构成的多个有机层和由无机材料构成的多个无机层。在此,作为有机层可列举树脂基板层10、第二保护绝缘膜、有机EL层17的主要部分、填充层21、滤色片23、触摸面板基材、滤色片基材25等。而作为无机层,可列举基底膜10a、栅极绝缘膜、栅极电极、层间绝缘膜、第一保护绝缘膜、密封膜19、第一防湿层22、第二防湿层24、触摸面板第一配线层、触摸面板第二配线层、硬膜29c等。

[0167] 在有机EL显示装置50c中,如后文所述,为了使其折痕的半径为100mm以上,多个无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机

刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下)。

[0168] 接着,使用图20~图22说明具体进行的实验。在此,图20是表示有机EL显示装置50c中具体进行的实验例25之内容的表。图21是表示有机EL显示装置50c中具体进行的实验例25~35的折痕半径和无机刚度比的表。图22是表示有机EL显示装置50c中具体进行的实验例25~35的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0169] 作为本实施方式的实施例(实验例25),制备图20的表所示之结构的3.4寸的有机EL显示装置50c,与上述第一实施方式同样地,求得无机刚度比和折痕半径 r_c (参照图21的表)。

[0170] 同样地,按以下条件制备实验例26~35的有机EL显示装置,求得无机刚度比和折痕半径 r_c 。在以下各实验例的说明中,针对与实验例25不同之处进行说明。

[0171] <实验例26>

[0172] 将硬膜变更为10 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.2GPa)。

[0173] <实验例27>

[0174] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将滤色片基材变更为10 μm 厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂(弹性模量2GPa)。将第二防湿层的厚度变更为1 μm 。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为10 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。

[0175] <实验例28>

[0176] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。在第一基底膜与树脂基板层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0177] <实验例29>

[0178] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将滤色片基材变更为10 μm 厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂(弹性模量2GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第二防湿层的厚度变更为1 μm 。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为10 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。在第一基底膜与树脂基板层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。

[0179] <实验例30>

[0180] 将硬膜的厚度变更为3 μm 。在树脂基板层的背面增加2 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0181] <实验例31>

[0182] 将硬膜的厚度变更为3 μm 。将滤色片基材的厚度变更为10 μm 。将触摸面板基材的厚度变更为5 μm 。将树脂基板层的厚度变更为10 μm 。在树脂基板层的背面增加2 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0183] <实验例32>

[0184] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0185] <实验例33>

[0186] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。将滤色片基材变更为10 μm 厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂(弹性模量2GPa)。在滤色片基材与第二防湿层之间增加4.3 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。将第二防湿层的厚度变更为1 μm 。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为10 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。

[0187] <实验例34>

[0188] 将硬膜的厚度变更为1.5 μm 。将滤色片基材变更为10 μm 厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂(弹性模量2GPa)。将第二防湿层的厚度变更为1 μm 。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为10 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。将树脂基板层变更为10 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。

[0189] <实验例35>

[0190] 将硬膜的厚度变更为3 μm 。

[0191] 基于上述实验例25~35的结果(参照图21的表),将无机刚度比与折痕半径 r_c 的关系制成坐标图,如图22所示,可知,无机刚度比与折痕半径 r_c 之间存在正相关关系。并且可知,对于有机EL显示装置50c而言,如后文所述,若无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),则折痕半径 r_c 有较高的几率为81mm以上(优选101mm以上)。

[0192] 如以上说明,根据本实施方式的有机EL显示装置50c,能够得到以下的效果。

[0193] 由于无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),因此有机EL显示装置50c的折痕半径 r_c 容易为81mm以上(优选101mm以上)。因此,能够抑制有机EL显示装置50c的折痕,能够抑制有机EL显示装置50c的外观质量降低。

[0194] 并且,在有机EL显示装置50c中,由于滤色片基材25兼用作硬膜基材,所以能够实现有机EL显示装置50c的薄型化,并且能够降低部件成本和制造成本。

[0195] 《第四实施方式》

[0196] 图23~图26表示本发明的有机EL显示装置的第四实施方式。在此,图23是本实施方式的有机EL显示装置50d的剖视图。

[0197] 在上述第一、第二和第三实施方式中,例示了设置有树脂基板层的有机EL显示装置50a、50b和50c,而在本实施方式中,将要例示的是省去了树脂基板层的有机EL显示装置50d。

[0198] 如图23所示,有机EL显示装置50d包括有机EL显示面板30d和设置在有机EL显示面板30d上的硬膜29d。有机EL显示装置50d的显示区域中排列的像素的结构与上述第一实施方式的有机EL显示装置50a的显示区域中排列的像素的结构实质上相同。

[0199] 如图23所示,有机EL显示面板30d包括基底膜10a和依次设置在基底膜10a的表面

(图中上侧)的有机EL元件层20、滤色片23和触摸面板27。

[0200] 基底膜10a例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜(后述实验例36采用了氧化硅(上层:第二基底膜)/氮氧化硅膜(下层:第一基底膜)的层叠膜)构成。

[0201] 有机EL元件层20的密封膜19例如由氧化硅(SiO_2)及氧化铝(Al_2O_3)、四氮化三硅(Si_3N_4)之类的氮化硅(SiN_x (x 为正数))、碳氮化硅(SiCN)等无机材料,丙烯酸酯、聚脲、聚对亚苯基二甲基、聚酰亚胺、聚酰胺等有机材料(后述实验例36采用了氮化硅)构成。

[0202] 如图23所示,滤色片23设置在触摸面板27上(图中下侧)。并且,如图23所示,在滤色片23的(图中下侧的)表面设置有防湿层22d。在此,如图23所示,在有机EL元件层20与防湿层22d的层间设置有填充层21。防湿层22d例如由氮化硅、氧化硅、氮氧化硅等的单层膜或层叠膜等(后述实验例36采用了氮化硅的单层膜)无机绝缘膜构成。

[0203] 触摸面板27例如包括触摸面板基材、设置在触摸面板基材的背面侧的触摸面板第一配线层和设置在触摸面板基材的正面侧的触摸面板第二配线层,形成投影型静电电容方式的结构。触摸面板基材例如由聚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、芳族聚酰胺树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂等(后述实验例36采用了聚酰亚胺树脂)构成。而触摸面板第一配线层和触摸面板第二配线层例如由铜等(后述实验例36采用了铜)的金属膜构成。

[0204] 硬膜29d是设置在兼用作硬膜基材的触摸面板27上的硬膜层。在此,硬膜29d例如由UV固化型有机硅树脂、热固化型树脂、丙烯酸酯树脂、氨基甲酸乙酯树脂、聚硅氧烷树脂、无机绝缘膜等(后述实验例36采用了氮化硅膜)构成。

[0205] 与上述实施方式1的有机EL显示装置50a同样地,上述结构的有机EL显示装置50d构成为,通过在各子像素P中使发光层3适当发光来进行图像显示。

[0206] 此外,本实施方式的有机EL显示装置50d能够通过适当地改变上述实施方式1的有机EL显示装置50a的制造方法来进行制造——在层叠了硬膜29d后,利用预先设置在树脂基板层10与第一基底膜10a之间的剥离层(例如,氧化物层(氧化硅层等)/氮化物层(氮化钛层等)的层叠体)将树脂基板层10物理剥离。

[0207] 如上所述,有机EL显示装置50d包括装置主体,该装置主体中层叠有由有机材料构成的多个有机层和由无机材料构成的多个无机层。在此,作为有机层可列举第二保护绝缘膜、有机EL层17的主要部分、填充层21、滤色片23、触摸面板基材等。而作为无机层,可列举基底膜10a、栅极绝缘膜、栅极电极、层间绝缘膜、第一保护绝缘膜、密封膜19、防湿层22d、触摸面板第一配线层、触摸面板第二配线层、硬膜29d等。

[0208] 在有机EL显示装置50d中,如后文所述,为了使其折痕的半径为100mm以上,多个无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下)。

[0209] 接着,使用图24~图26说明具体进行的实验。在此,图24是表示有机EL显示装置50d中具体进行的实验例36之内容的表。图25是表示有机EL显示装置50d中具体进行的实验例36~46的折痕半径和无机刚度比的表。图26是表示有机EL显示装置50d中具体进行的实验例36~46的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0210] 作为本实施方式的实施例(实验例36),制备图24的表所示之结构的3.4寸的有机EL显示装置50d,与上述第一实施方式同样地,求得无机刚度比和折痕半径 r_c (参照图25的

表)。

[0211] 同样地,按以下条件制备实验例37~46的有机EL显示装置,求得无机刚度比和折痕半径 r_c 。在以下各实验例的说明中,针对与实验例36不同之处进行说明。

[0212] <实验例37>

[0213] 将硬膜变更为10 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.2GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加0.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层。将触摸面板基材的厚度变更为16 μm 。

[0214] <实验例38>

[0215] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加1 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为10 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。

[0216] <实验例39>

[0217] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加2.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层(硬膜侧),和0.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层(触摸面板侧)。将触摸面板基材的厚度变更为16 μm 。在第一基底膜的背面增加2 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0218] <实验例40>

[0219] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.1GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加3 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层(硬膜侧),和1 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层(触摸面板侧)。将触摸面板基材变更为5 μm 厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为3.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。在第一基底膜的背面增加2 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0220] <实验例41>

[0221] 将硬膜变更为2 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加0.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层。将触摸面板基材的厚度变更为16 μm 。在第一基底膜的背面增加2 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0222] <实验例42>

[0223] 将硬膜变更为1.5 μm 厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加0.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层。将密封膜的厚度变更为10 μm 。在第一基底膜的背面增加1.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层。

[0224] <实验例43>

[0225] 将硬膜变更为5 μm 厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量5GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加2.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层(硬膜侧),和0.5 μm 厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层(触摸面板侧)。将触摸面板基材的厚度变更为16 μm 。

[0226] <实验例44>

[0227] 将硬膜变更为5 μ m厚的纳米二氧化硅-硅烷-丙烯酸酯类UV固化树脂(弹性模量9.1GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加0.75 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量81GPa)构成的无机层(硬膜侧),和1 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层(触摸面板侧)。将触摸面板基材变更为5 μ m厚的聚酰亚胺树脂(弹性模量2GPa)。将密封膜变更为3.5 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量200GPa)。

[0228] <实验例45>

[0229] 将硬膜变更为3 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加0.5 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层。将触摸面板基材的厚度变更为16 μ m。

[0230] <实验例46>

[0231] 将硬膜变更为2 μ m厚的氮化硅膜(弹性模量81GPa)。在硬膜与触摸面板之间增加0.5 μ m厚的由氮化硅膜(弹性模量228GPa)构成的无机层。将密封膜的厚度变更为10 μ m。

[0232] 基于上述实验例36~46的结果(参照图25的表),将无机刚度比与折痕半径 r_c 的关系制成坐标图,如图26所示,可知,无机刚度比与折痕半径 r_c 之间存在正相关关系。并且可知,对于有机EL显示装置50d而言,如后文所述,若无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),则折痕半径 r_c 有较高的几率为81mm以上(优选101mm以上)。

[0233] 以下说明折痕半径 r_c 的可容忍范围以及与该范围对应的无机刚度比。在此,图27是表示第一~第四实施方式的有机EL显示装置中具体得到的弯曲半径(折痕半径)的评价结果的表。图28是表示第一~第四实施方式的有机EL显示装置中弯曲半径(折痕半径)与容忍比例之关系的坐标图。图29是表示第一~第四实施方式的有机EL显示装置中具体进行的实验例1~46的无机刚度比与折痕半径之关系的坐标图。

[0234] 具体而言,首先,使3.4寸的有机EL显示装置(例如有机EL显示装置50a)按7种弯曲半径(参照图27的表)变形,准备好变形后的有机EL显示装置,对于22位受试人,以问卷形式调查各人对每种弯曲半径的3个等级(等级1:不在意,等级2:可容忍,等级3:不可容忍)的主观评价。

[0235] 作为其结果,如图27的表和图28的坐标图所示,根据坐标图中的近似曲线可知,为了满足80%的容忍比例(即(等级1的数量+等级2的数量)/(等级1的数量+等级2的数量+等级3的数量) $\times$ 100),弯曲半径需要为81mm以上,为了满足100%的容忍比例,弯曲半径需要为101mm以上。此处所说的弯曲半径相当于有机EL显示装置的折痕的半径(折痕半径)。

[0236] 接着,基于本实施方式和上述第一~第三实施方式的全部实验例1~46的结果,将无机刚度比与折痕半径的关系制成坐标图,如图29所示,根据坐标图中的近似曲线可知,为了满足81mm以上的折痕半径,无机刚度比需要为0.78以上(1以下),为了满足101mm以上的折痕半径,无机刚度比需要为0.83以上(1以下)。

[0237] 如以上说明,根据本实施方式的有机EL显示装置50d,能够得到以下的效果。

[0238] 由于无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)即无机刚度比为0.78以上1以下(优选0.83以上1以下),因此有机EL显示装置50d的折痕半径 r_c 容易为81mm以上(优选101mm以上)。因此,能够抑制有机EL显示装置50d的折痕,能够抑制有机EL显示装置50d的外观质量降低。

[0239] 并且,在有机EL显示装置50d中,由于省去了树脂基板层并且触摸面板27兼用作滤

色片基材和硬膜基材,所以能够实现有机EL显示装置50d的薄型化,并且能够降低部件成本和制造成本。

[0240] 《其他实施方式》

[0241] 在上述各实施方式中,例示了设置有滤色片的有机EL显示装置50a~50d,但本发明还能够应用于省去滤色片而是设置有偏振片的有机EL显示装置。

[0242] 在上述各实施方式中,例示了由空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层及电子注入层这五个层层叠构成的有机EL层,但有机EL层例如也可以由空穴注入层兼空穴传输层、发光层及电子传输层兼电子注入层这三个层层叠构成。

[0243] 另外,在上述各实施方式中,例示了将第一电极设为阳极,将第二电极设为阴极的有机EL显示装置,但本发明还能够应用于使有机EL层的层叠结构反转,将第一电极设为阴极,将第二电极设为阳极的有机EL显示装置。

[0244] 另外,在上述各实施方式中,例示了将与第一电极连接的TFT的电极设为漏极电极的有机EL显示装置,但本发明还能够应用于将与第一电极连接的TFT的电极设为源极电极的有机EL显示装置。

[0245] 另外,在上述各实施方式中,例示了有机EL显示装置50a~50d,但本发明也能够自由地应用到由例示的各有机EL显示装置50a~50d的层叠结构组合构成的有机EL显示装置。

[0246] 工业利用性

[0247] 如以上说明,本发明可用于柔性的有机EL显示装置。

[0248] 附图标记说明

[0249] 7 刚性赋予层(无机层)

[0250] 23 滤色片(有机层)

[0251] 27 触摸面板

[0252] 29、29c、29d 硬膜

[0253] 30a~30d 有机EL显示面板

[0254] 50a~50d 有机EL显示装置。

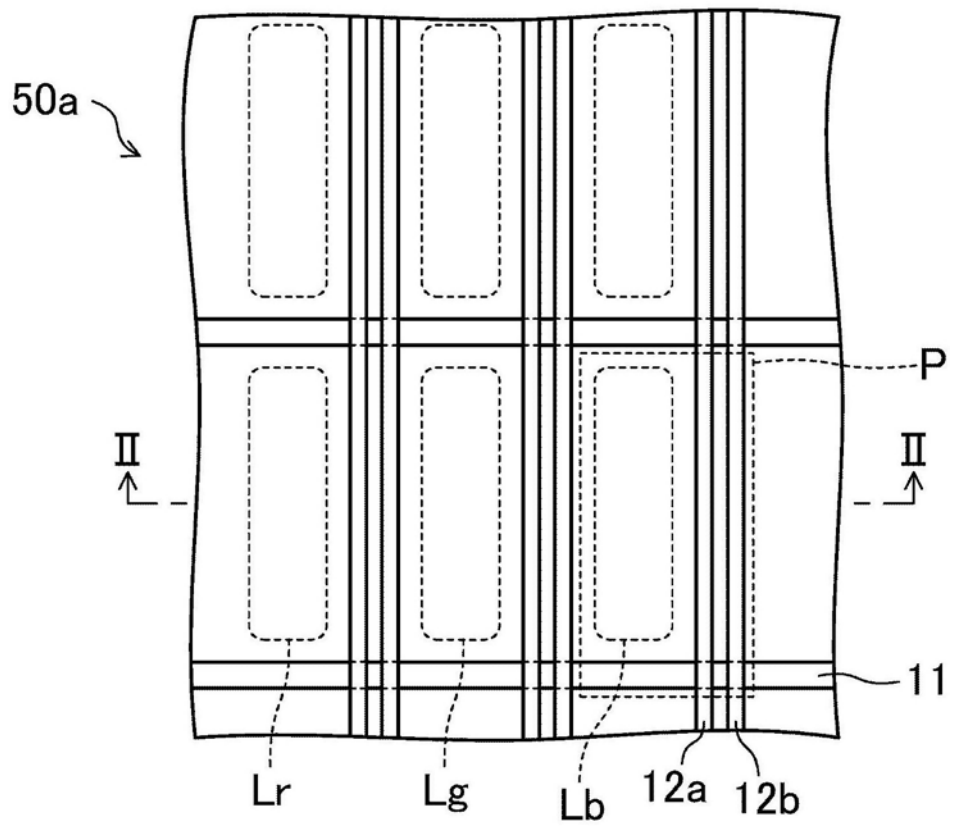


图1

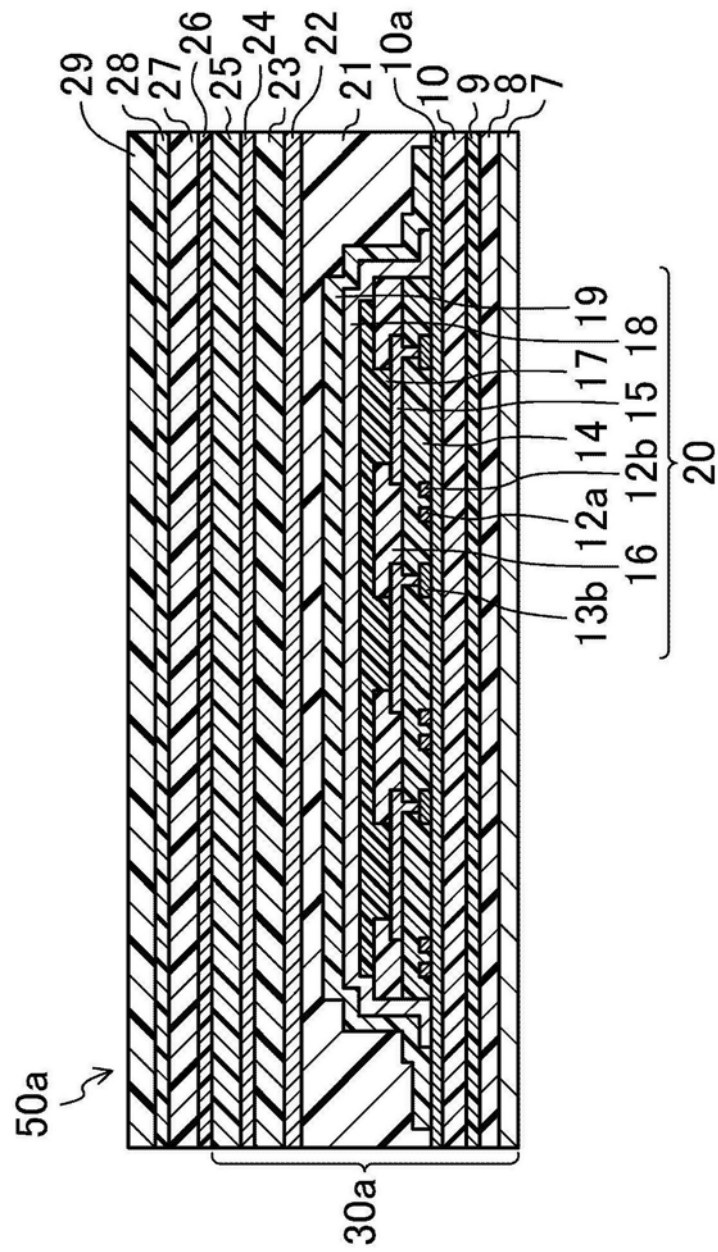


图2

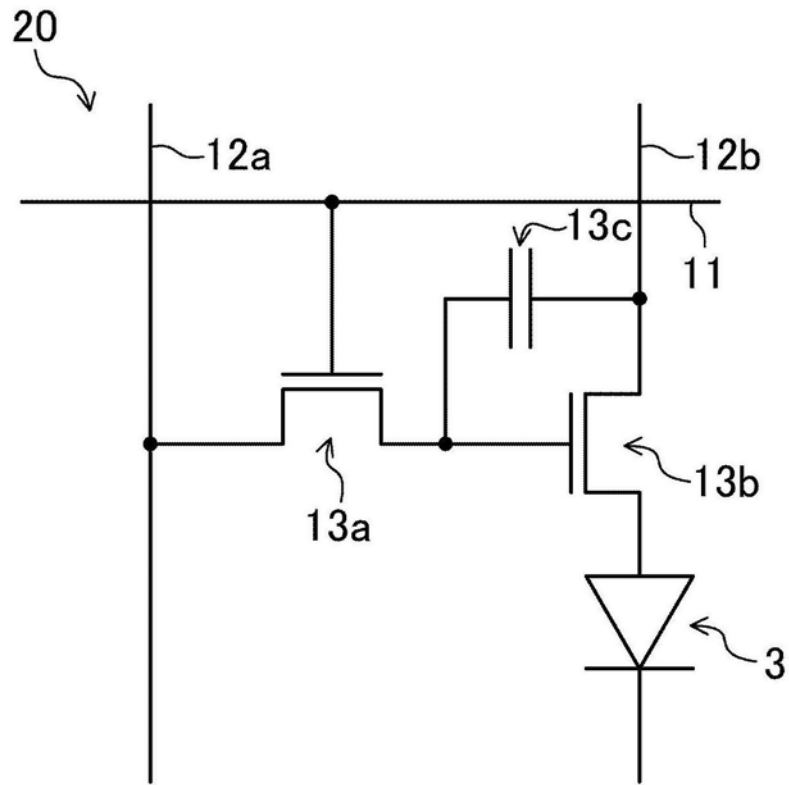


图3

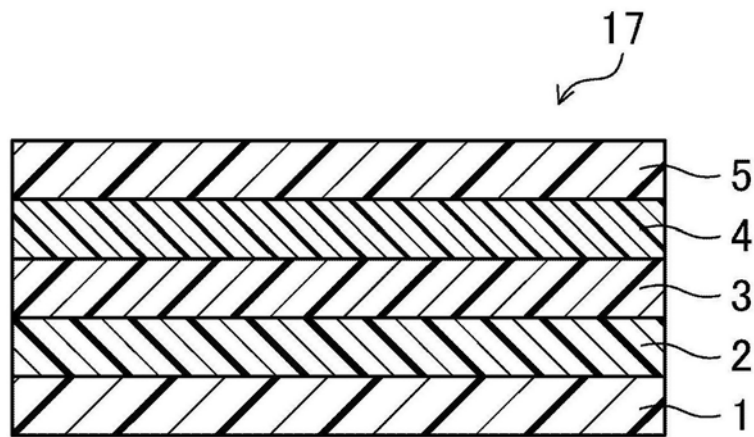


图4

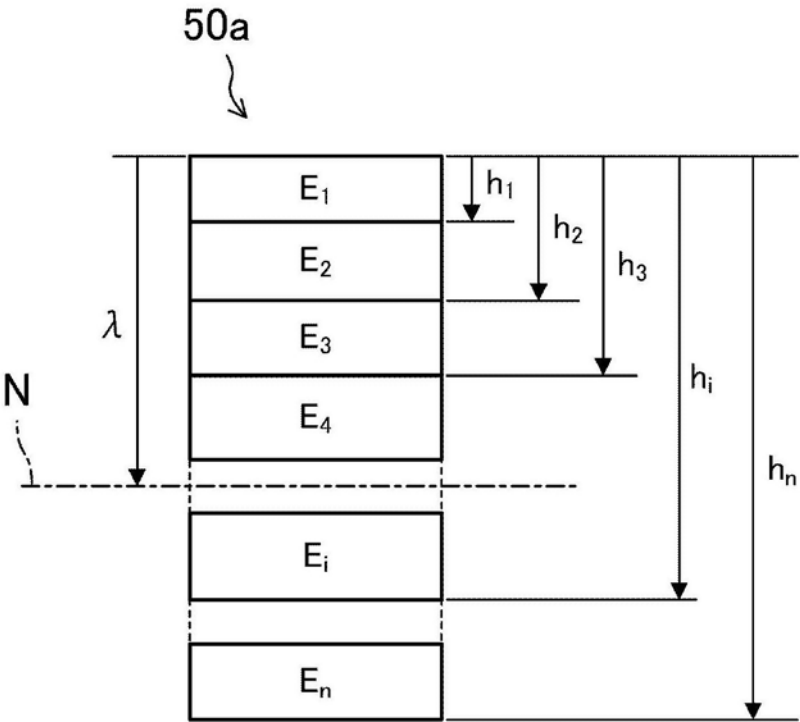


图5

No.		材料	膜厚 [μm]	弹性模量 [GPa]	E_{ili} [$\text{Pa}\cdot\text{m}^4$]	$E_{\text{ili}}/\sum E_{\text{ili}}$ $\times 100[\%]$
1	硬膜层	无机	3.3	81	9.3×10^{-5}	52.9
2	硬膜基材	有机	5	3.53	5.3×10^{-6}	3.0
3	第三粘接层	有机	5	0.1	1.2×10^{-7}	0.1
4	触摸面板第二配线层	无机	0.1	120	2.7×10^{-6}	1.5
5	触摸面板基材	有机	16	3.5	8.7×10^{-6}	5.0
6	触摸面板第一配线层	无机	0.1	120	1.2×10^{-6}	0.7
7	第二粘接层	有机	15	0.1	8.6×10^{-8}	0.0
8	滤色片基材	有机	12	4.64	6.2×10^{-7}	0.4
9	第二防湿层	无机	0.5	228	1.6×10^{-7}	0.1
10	滤色片	有机	5	2.22	3.4×10^{-9}	0.0
11	第一防湿层	无机	0.1	228	5.5×10^{-9}	0.0
12	填充层	有机	6	4.41	6.4×10^{-8}	0.0
13	密封膜	无机	3.5	81	2.5×10^{-6}	1.4
14	有机EL层	有机	0.5	0	—	0.0
15	第二保护绝缘膜	有机	5	4.7	4.7×10^{-7}	0.3
16	第一保护绝缘膜	无机	0.15	228	9.5×10^{-7}	0.5
17	第三层间绝缘膜	无机	0.2	59	3.3×10^{-7}	0.2
18	第二层间绝缘膜	无机	0.1	228	6.6×10^{-7}	0.4
19	第一层间绝缘膜	无机	0.05	59	8.6×10^{-8}	0.0
20	第二栅极电极层	无机	0.3	120	1.1×10^{-6}	0.6
21	第一栅极电极层	无机	0.05	120	1.8×10^{-7}	0.1
22	栅极绝缘膜	无机	0.05	59	9.0×10^{-8}	0.1
23	第二基底膜	无机	0.1	59	1.8×10^{-7}	0.1
24	第一基底膜	无机	0.5	228	3.6×10^{-6}	2.1
25	树脂基板层	有机	12	6.51	4.6×10^{-6}	2.6
26	第一粘接层	有机	5	0.1	5.3×10^{-8}	0.0
27	应力调节层	有机	5	3.53	2.5×10^{-6}	1.4
28	刚性赋予层	无机	3.31	80	4.6×10^{-5}	26.4

图6

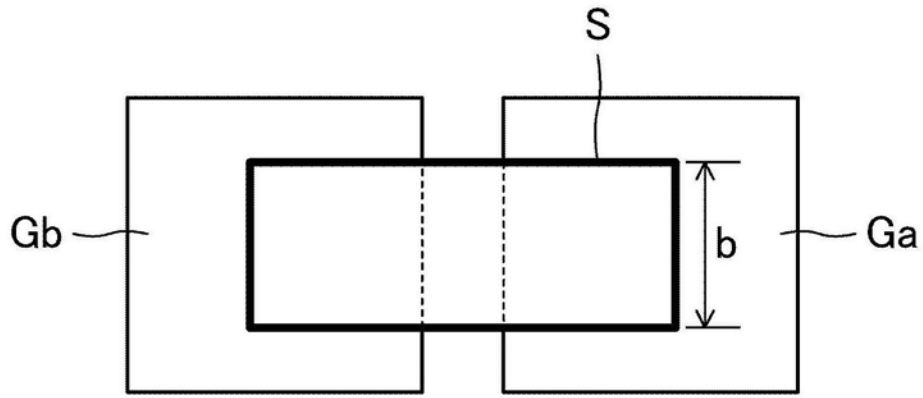


图7

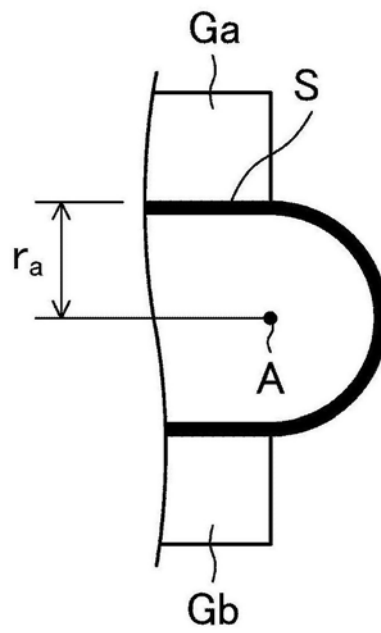


图8

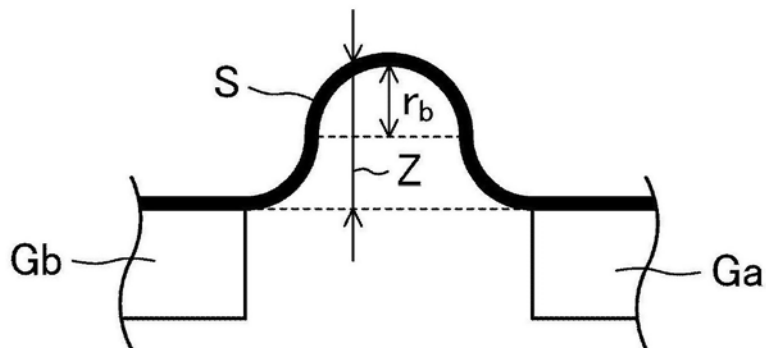


图9

保持时间		折痕半径 r_b [mm]				
[秒]	[小时]	a	b	c	d	e
1	0	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
1800	0.5	—	30	—	—	—
3600	1.0	—	23	90	68	540
7200	2	19	—	—	—	—
86400	24.0	14	—	60	45	180
172800	48.0	13	—	—	—	—
259200	72.0	—	—	—	36	180
345600	96	—	—	54	—	—
518400	144	—	14	—	—	—
604800	168	10	—	42	34	135
864000	240	—	13	—	—	—
1000000	278	—	—	—	—	135
1641600	456	—	12	—	—	—
2592000	720	9	—	39	30	135

图10

保持时间		折痕的曲率 ($1/r_b$)				
[秒]	[小时]	a	b	c	d	e
1	0	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
1800	0.5	—	0.03	—	—	—
3600	1.0	—	0.04	0.01	0.01	0.00
7200	2	0.05	—	—	—	—
86400	24.0	0.07	—	0.02	0.02	0.01
172800	48.0	0.08	—	—	—	—
259200	72.0	—	—	—	0.03	0.01
345600	96	—	—	0.02	—	—
518400	144	—	0.07	—	—	—
604800	168	0.10	—	0.02	0.03	0.01
864000	240	—	0.08	—	—	—
1000000	278	—	—	—	—	0.01
1641600	456	—	0.08	—	—	—
2592000	720	0.11	—	0.03	0.03	0.01

图11

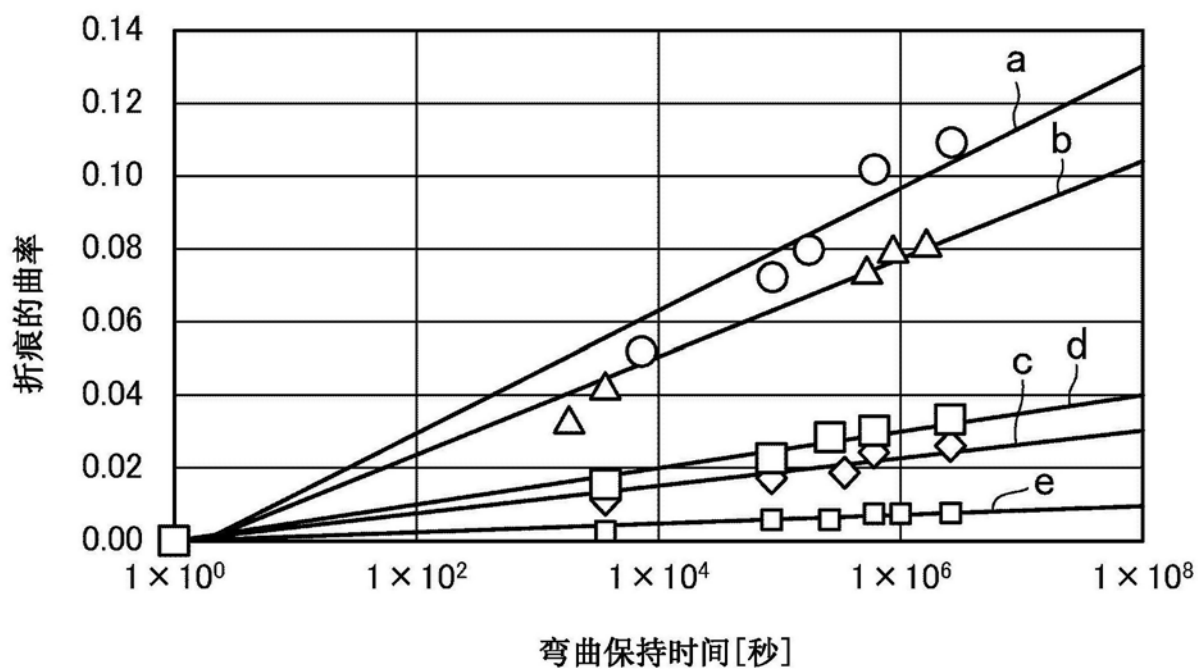


图12

实验例	折痕半径 r_c [mm]	无机刚度比
1	100	0.87
2	22	0.06
3	35	0.54
4	41	0.56
5	55	0.73
6	101	0.83
7	25	0.20
8	72	0.80
9	29	0.29
10	46	0.67
11	110	0.83
12	128	0.83

图13

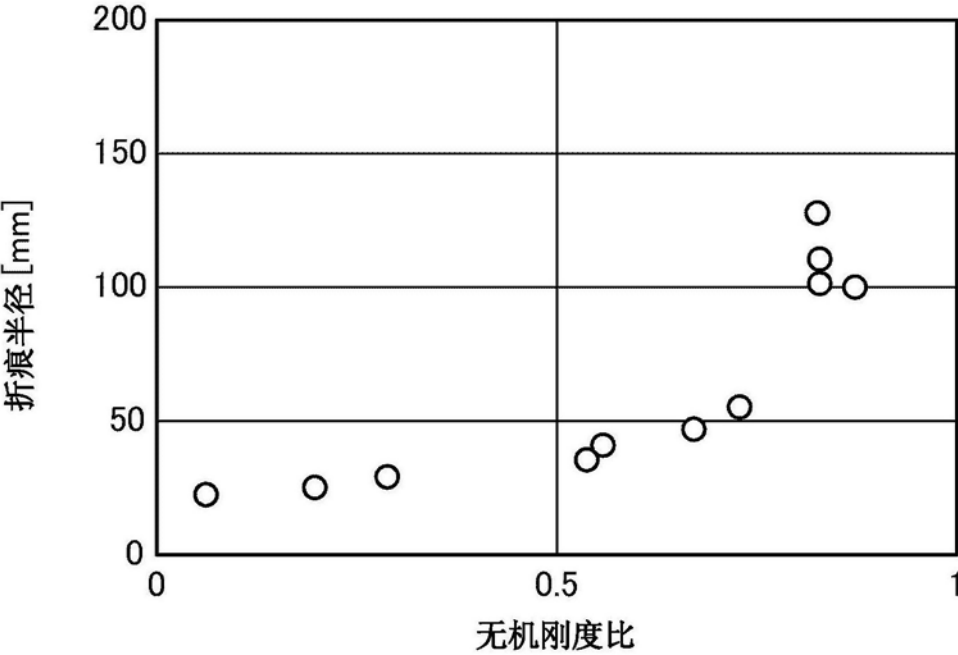


图14

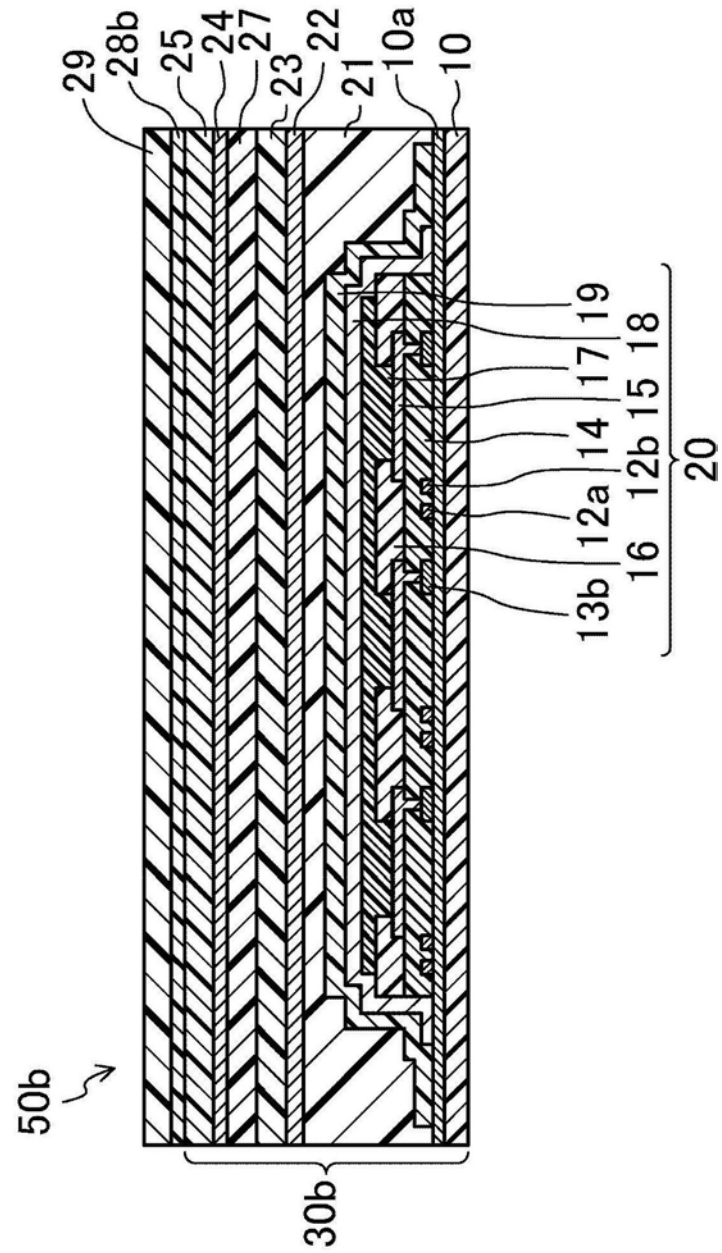


图15

No.		材料	膜厚 [μm]	弹性模量 [GPa]	E_{ili} [$\text{Pa}\cdot\text{m}^4$]	$E_{\text{ili}}/\sum E_{\text{ili}}$ $\times 100[\%]$
1	硬膜层	无机	2	81	1.7×10^{-5}	55.6
2	硬膜基材	有机	5	2	8.2×10^{-7}	2.7
3	粘接层	有机	5	0.1	2.8×10^{-8}	0.1
4	滤色片基材	有机	10	2	5.3×10^{-7}	1.8
5	第二防湿层	无机	1	228	2.5×10^{-6}	8.4
6	触摸面板第二配线层	无机	0.1	120	1.2×10^{-7}	0.4
7	触摸面板基材	有机	5	2	5.7×10^{-8}	0.2
8	触摸面板第一配线层	无机	0.1	120	2.8×10^{-8}	0.1
9	滤色片	有机	5	2.22	8.3×10^{-9}	0.0
10	第一防湿层	无机	0.1	228	1.3×10^{-10}	0.0
11	填充层	有机	6	4.41	3.6×10^{-8}	0.1
12	密封膜	无机	3.5	200	4.6×10^{-6}	15.4
13	有机EL层	有机	0.5	0	—	0.0
14	第二保护绝缘膜	有机	5	4.7	3.9×10^{-7}	1.3
15	第一保护绝缘膜	无机	0.15	228	8.1×10^{-7}	2.7
16	第三层间绝缘膜	无机	0.2	59	2.8×10^{-7}	1.0
17	第二层间绝缘膜	无机	0.1	228	5.6×10^{-7}	1.9
18	第一层间绝缘膜	无机	0.05	59	7.3×10^{-8}	0.2
19	第二栅极电极层	无机	0.3	120	9.1×10^{-7}	3.1
20	第一栅极电极层	无机	0.05	120	1.6×10^{-7}	0.5
21	栅极绝缘膜	无机	0.05	59	7.7×10^{-8}	0.3
22	第二基底膜	无机	0.1	59	1.6×10^{-7}	0.5
23	第一基底膜	无机	0.05	133	1.8×10^{-7}	0.6
24	树脂基板层	有机	10	2	9.3×10^{-7}	3.1

图16

实验例	折痕半径 r_c [mm]	无机刚度比
13	156	0.91
14	22	0.08
15	42	0.63
16	56	0.69
17	77	0.81
18	101	0.83
19	101	0.83
20	25	0.29
21	48	0.60
22	66	0.77
23	101	0.80
24	85	0.79

图17

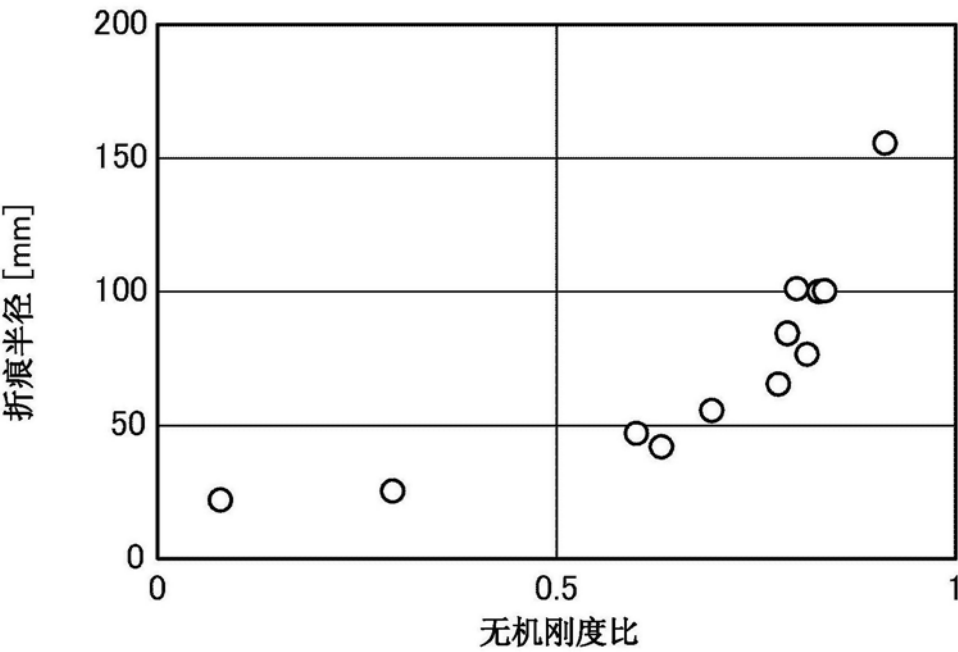


图18

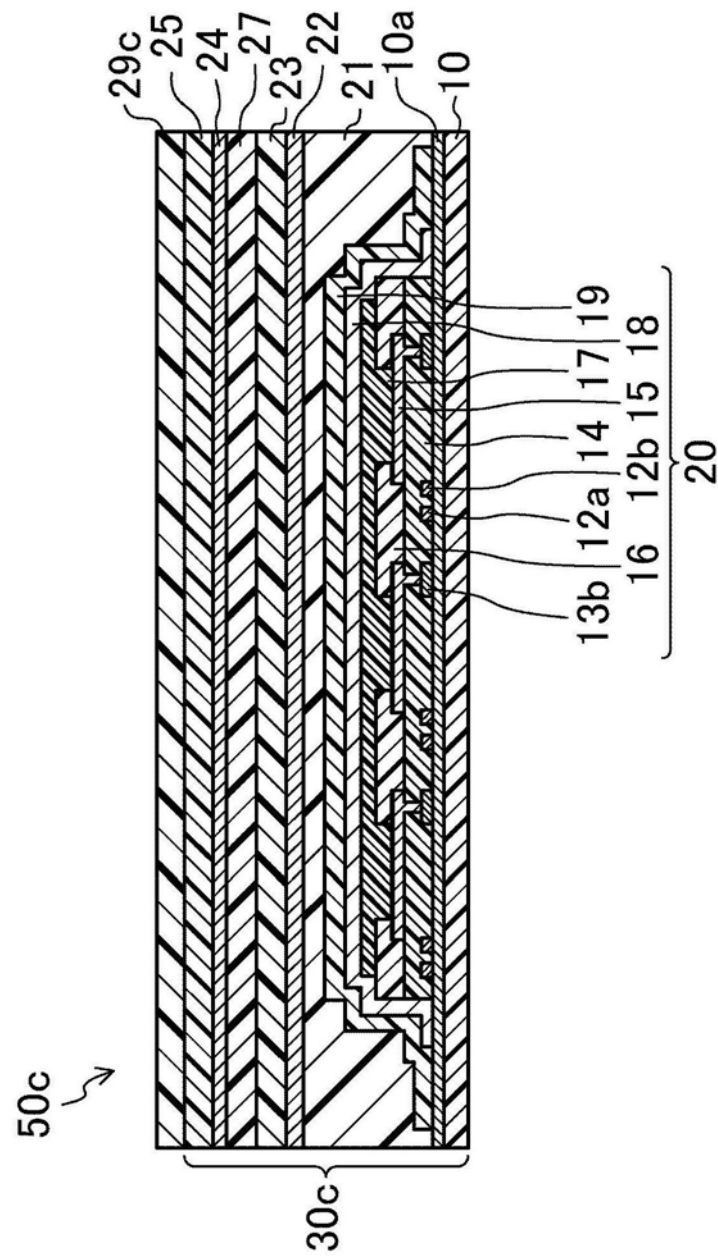


图19

No.		材料	膜厚 [μm]	弹性模量 [GPa]	E_{i1} [Pa·m ⁴]	$E_{i1}/\sum E_{i1}$ $\times 100$ [%]
1	硬膜层	无机	4.7	81	2.5×10^{-5}	44
2	滤色片基材	有机	12	4.64	1.7×10^{-6}	3.0
3	第二防湿层	无机	0.5	228	1.4×10^{-6}	2.4
4	触摸面板第二配线层	无机	0.1	120	1.4×10^{-7}	0.2
5	触摸面板基材	有机	16	4.65	2.1×10^{-7}	0.4
6	触摸面板第一配线层	无机	0.1	120	3.4×10^{-8}	0.1
7	滤色片	有机	5	2.22	7.1×10^{-8}	0.1
8	第一防湿层	无机	0.1	228	2.5×10^{-7}	0.4
9	填充层	有机	6	4.41	4.9×10^{-7}	0.9
10	密封膜	无机	3.5	81	9.4×10^{-6}	16.5
11	有机EL层	有机	0.5	0	—	0.0
12	第二保护绝缘膜	有机	5	4.7	1.2×10^{-6}	2.2
13	第一保护绝缘膜	无机	0.15	228	2.2×10^{-6}	3.9
14	第三层间绝缘膜	无机	0.2	59	7.8×10^{-7}	1.4
15	第二层间绝缘膜	无机	0.1	228	1.5×10^{-6}	2.7
16	第一层间绝缘膜	无机	0.05	59	2.0×10^{-7}	0.3
17	第二栅极电极层	无机	0.3	120	2.5×10^{-6}	4.3
18	第一栅极电极层	无机	0.05	120	4.1×10^{-7}	0.7
19	栅极绝缘膜	无机	0.05	59	2.0×10^{-7}	0.4
20	第二基底膜	无机	0.1	29	4.1×10^{-7}	0.7
21	第一基底膜	无机	0.05	133	4.7×10^{-7}	0.8
22	树脂基板层	有机	12	6.51	8.4×10^{-6}	14.6

图20

实验例	折痕半径 r_c [mm]	无机刚度比
25	107	0.79
26	31	0.35
27	58	0.73
28	68	0.73
29	116	0.87
30	115	0.84
31	149	0.87
32	57	0.64
33	93	0.83
34	157	0.91
35	90	0.76

图21

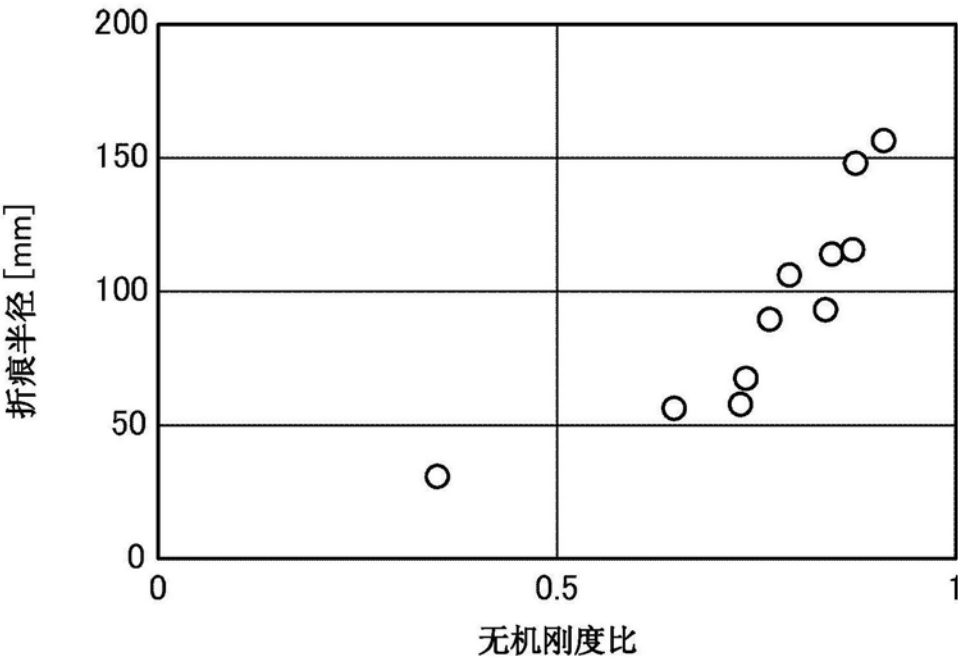


图22

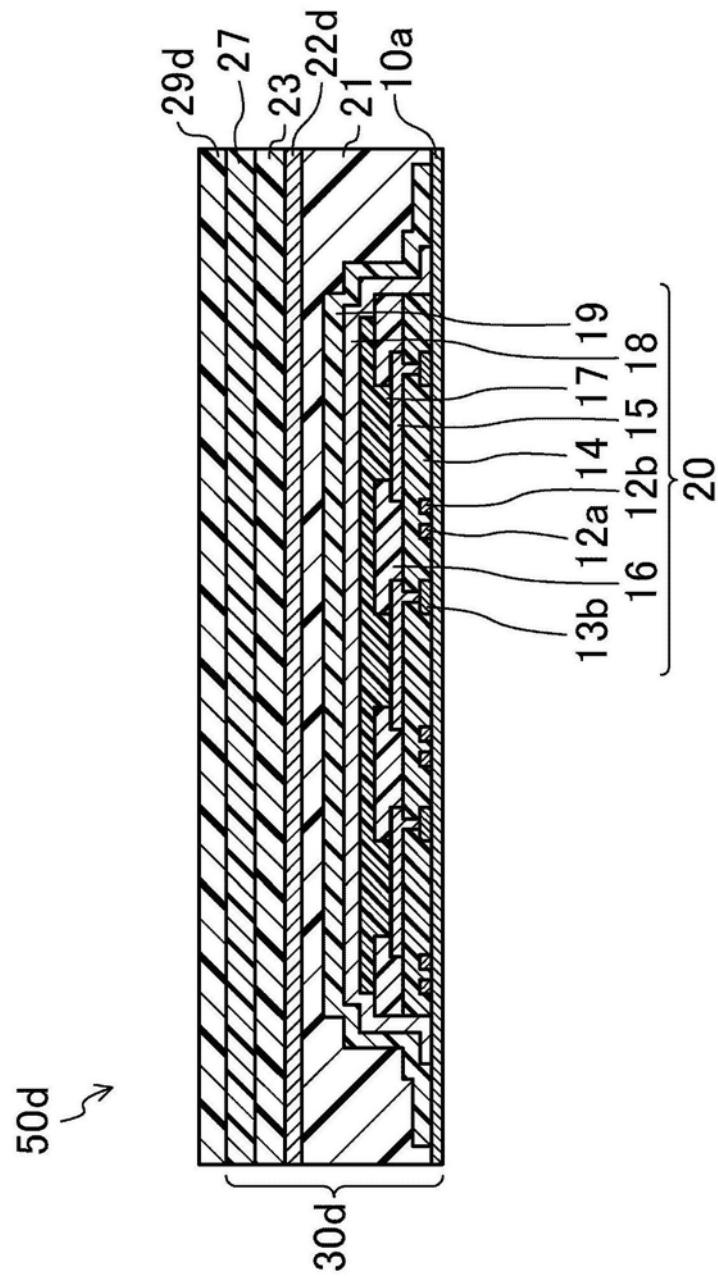


图23

No.		材料	膜厚 [μm]	弹性模量 [GPa]	E_{iIi} [Pa $\cdot\text{m}^4$]	$E_{iIi}/\sum E_{iIi}$ $\times 100[\%]$
1	硬膜	无机	1.5	228	4.5×10^{-6}	46.6
2	触摸面板第二配线层	无机	0.1	120	1.4×10^{-7}	1.4
3	触摸面板基材	有机	5	4.7	1.6×10^{-7}	1.7
4	触摸面板第一配线层	无机	0.1	120	3.8×10^{-8}	0.4
5	滤色片	有机	5	2.22	1.3×10^{-8}	0.1
6	第一防湿层	无机	0.1	228	5.6×10^{-10}	0.0
7	填充层	有机	6	4.41	2.5×10^{-8}	0.3
8	密封膜	无机	3.5	81	1.5×10^{-6}	15.9
9	有机EL层	有机	0.5	0	—	0.0
10	第二保护绝缘膜	有机	5	4.7	3.5×10^{-7}	3.6
11	第一保护绝缘膜	无机	0.15	228	7.3×10^{-7}	7.5
12	第三层间绝缘膜	无机	0.2	59	2.6×10^{-7}	2.7
13	第二层间绝缘膜	无机	0.1	228	5.1×10^{-7}	5.3
14	第一层间绝缘膜	无机	0.05	59	6.7×10^{-8}	0.7
15	第二栅极电极层	无机	0.3	120	8.3×10^{-7}	8.6
16	第一栅极电极层	无机	0.05	120	1.4×10^{-7}	1.5
17	栅极绝缘膜	无机	0.05	59	7.0×10^{-8}	0.7
18	第二基底膜	无机	0.1	59	1.4×10^{-7}	1.5
19	第一基底膜	无机	0.05	133	1.6×10^{-7}	1.7

图24

实验例	折痕半径 r_c [mm]	无机刚度比
36	186	0.94
37	40	0.61
38	105	0.88
39	111	0.89
40	132	0.89
41	145	0.93
42	163	0.94
43	101	0.88
44	91	0.84
45	155	0.93
46	168	0.94

图25

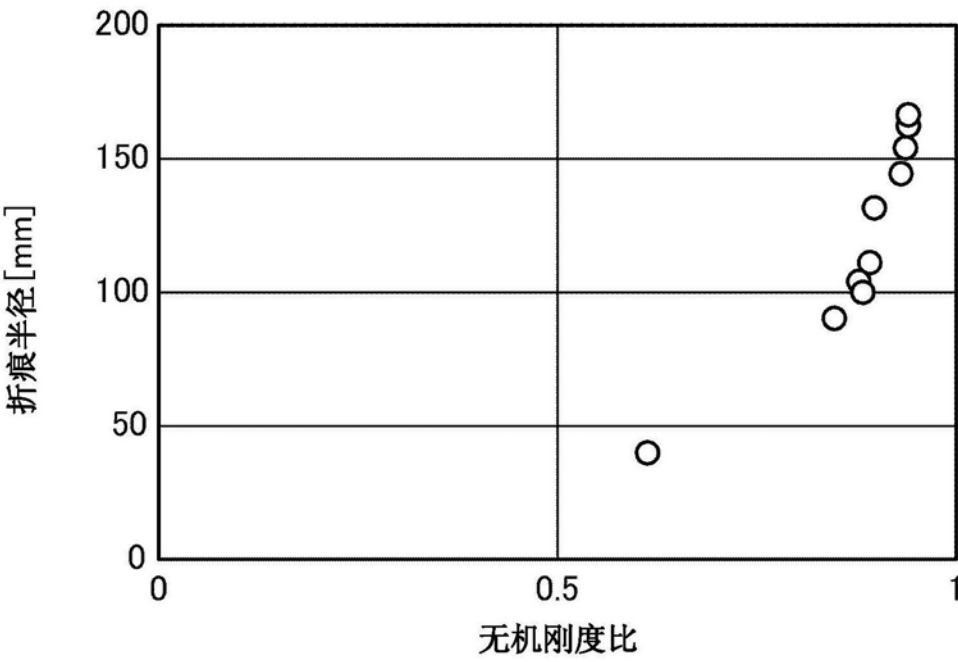


图26

弯曲半径 [mm]	主观评价			
	人数			容忍比例
	等级1 不在意	等级2 可容忍	等级3 不可容忍	
138	22	0	0	100%
112	15	7	0	100%
102	4	18	0	100%
83	2	17	3	86%
65	0	2	20	9%
60	0	0	22	0%
30	0	0	22	0%

图27

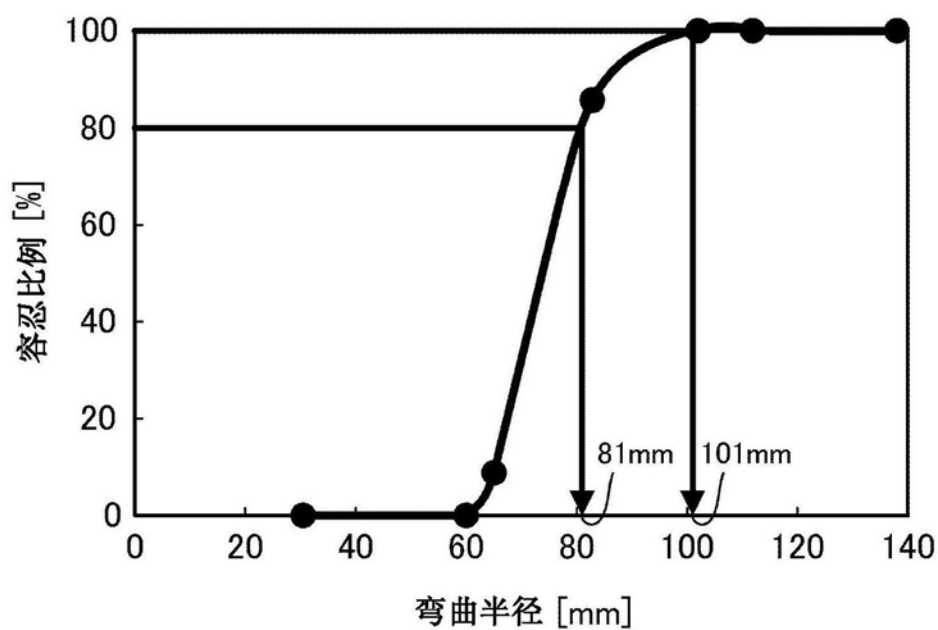


图28

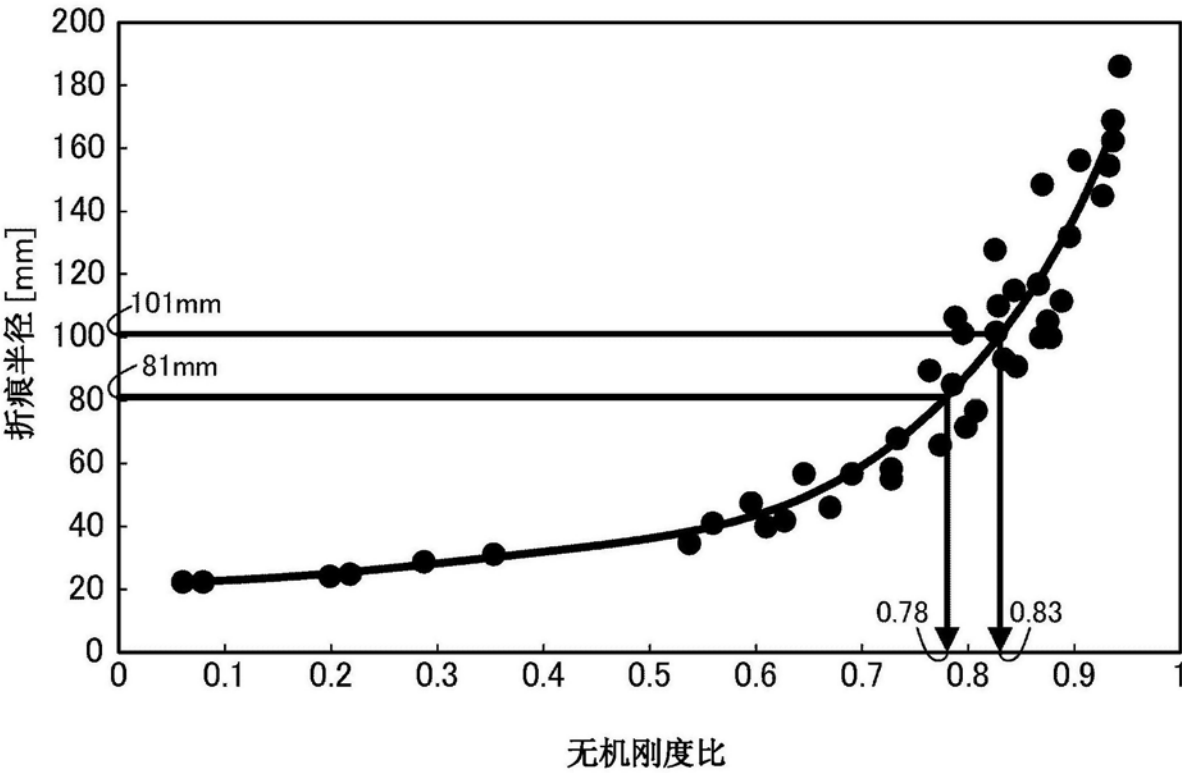


图29

专利名称(译)	有机EL显示装置		
公开(公告)号	CN109315034A	公开(公告)日	2019-02-05
申请号	CN201780037826.7	申请日	2017-08-10
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	越智贵志 石田守 园田通 妹尾亨 平瀬刚		
发明人	越智贵志 石田守 园田通 妹尾亨 平瀬刚		
IPC分类号	H05B33/02 H05B33/04 H05B33/12 H01L51/50 G02B1/14 G02B5/20 G09F9/30 H01L27/32		
CPC分类号	G02B1/14 G02B5/20 G09F9/30 H01L51/52 H01L2251/55 H01L27/32 H01L51/50 H05B33/02 H05B33/04 H05B33/12 H01L27/322 H01L27/323 H01L51/5246 H01L51/5256 H01L2251/558		
代理人(译)	徐飞跃		
优先权	2016160628 2016-08-18 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种有机EL显示装置(50a)，其包括装置主体，所述装置主体包括：由有机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个有机层；和由无机材料构成且分别具有规定的弹性模量和规定的膜厚的多个无机层，所述多个有机层和所述多个无机层层叠而构成所述装置主体，其中，多个无机层的抗弯刚度之和/(多个有机层的抗弯刚度之和+多个无机层的抗弯刚度之和)为0.78以上1以下。

