



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103733728 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201380002539. 4

(22) 申请日 2013. 02. 22

(30) 优先权数据

2012-134817 2012. 06. 14 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/001015 2013. 02. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/186961 JA 2013. 12. 19

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 岛村隆之 林田芳树 盐田昭教

土田臣弥

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 徐健 段承恩

(51) Int. Cl.

H05B 33/12 (2006. 01)

G09F 9/00 (2006. 01)

G09F 9/30 (2006. 01)

H01L 27/32 (2006. 01)

H01L 51/50 (2006. 01)

H05B 33/10 (2006. 01)

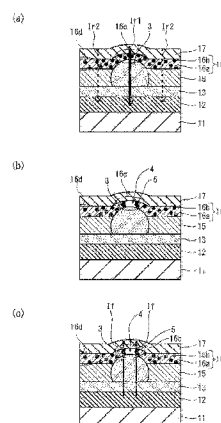
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

缺陷检测方法、有机 EL 元件的修复方法以及有机 EL 显示面板

(57) 摘要

本发明提供一种对具有第一电极(12)、第二电极(17)、夹在第一电极(12)和第二电极(17)之间的功能层(16)以及发光层(15)的有机 EL 元件进行的缺陷监测方法。所述缺陷检测方法包括：暗点显在化工序，通过在第一电极(12)和第二电极(17)之间施加用于使暗点显在化的电压，所述暗点是发光层(15)成为不发光的点，从而在有机 EL 元件在第一电极(12)和第二电极(17)之间具有成为引起不发光的原因的缺陷部(3)的情况下，使功能层(16)的与缺陷部(3)对应的第一部分(16c)的电阻下降；和暗点检测工序，在暗点显在化工序之后，在第一电极和第二电极之间施加如果是没有缺陷部的正常的有机 EL 元件的情况下它是会发光的电压即发光所需电压，对暗点进行检测。



1. 一种对有机 EL 元件进行的缺陷检测方法,所述有机 EL 元件具有第一电极、第二电极以及夹在所述第一电极和所述第二电极之间的功能层和发光层,所述缺陷检测方法包括:

暗点显在化工序,通过在所述第一电极和所述第二电极之间施加用于使暗点显在化的电压,所述灭点是所述发光层为不发光的点,在所述有机 EL 元件在所述第一电极和所述第二电极之间具有成为导致所述不发光的原因的缺陷部的情况下,使所述功能层的与所述缺陷部对应的第一部分的电阻下降;和

暗点检测工序,在所述暗点显在化工序之后,在所述第一电极和所述第二电极之间施加如果是没有所述缺陷部的正常的有机 EL 元件的情况下它是会发光的电压即发光所需电压,对所述暗点进行检测。

2. 根据权利要求 1 所述的缺陷检测方法,

所述功能层由掺杂了金属的有机材料构成,

在所述暗点显在化工序中,通过对所述第一部分通电而使之发热,从而使所述第一部分所包含的所述有机材料蒸发而形成空隙部,在所述功能层的包围所述空隙部的侧壁部分,使在蒸发了的所述有机材料掺杂的所述金属析出,由此使电阻下降。

3. 根据权利要求 1 所述的缺陷检测方法,

所述第一电极为阳极,所述第二电极为阴极,

对所述第二电极施加比所述第一电极高的电压。

4. 根据权利要求 1 所述的缺陷检测方法,

在所述暗点显在化工序中,施加所述电压,直到所述第一部分的电阻下降为比所述功能层的与所述缺陷部不对应的第二部分的电阻低。

5. 根据权利要求 1 所述的缺陷检测方法,

所述缺陷部在所述功能层的下方具有突出部、凹入部或者导电性比所述发光层的导电性高的异物,

所述第一部分位于所述突出部、所述凹入部或者所述异物的上方,具有膜厚比所述第二部分的膜厚薄的区域。

6. 根据权利要求 5 所述的缺陷检测方法,

所述功能层由伴随着在所述功能层中流动的累积电流量的增加而电阻下降的材料构成。

7. 根据权利要求 5 所述的缺陷检测方法,

在所述暗点显在化工序中,通过在所述第一部分中流动比所述第二部分大的电流,从而使所述第一部分性质改变,使所述第一部分的电阻下降为比所述第二部分的电阻低。

8. 根据权利要求 5 所述的缺陷检测方法,

在所述暗点显在化工序中,通过在所述第一部分中流动比所述第二部分大的电流,且施加于所述第一部分的电场强度大于施加于所述第二部分的电场强度,从而使所述第一部分的一部分破损或变形,在所述第一部分形成空隙部。

9. 一种有机 EL 元件的修复方法,其为在由缺陷检测方法而被作为暗点检测出来的有机 EL 元件中,进行提高所述第一电极和所述第二电极的至少一方的与所述第一部分对应的部分的电阻的处理的方法,所述缺陷检测方法为权利要求 1 ~ 8 的任一项所述的缺陷检测方法。

10. 一种有机 EL 显示面板,所述有机 EL 显示面板在基板上形成有多个有机 EL 元件,所述多个有机 EL 元件分别具有发光层、层叠在所述发光层上由掺杂了金属的有机材料构成的功能层以及将所述发光层和所述功能层夹在中间的一对电极,

所述多个有机 EL 元件中的至少一个有机 EL 元件在所述功能层的下方具有突出部、凹入部或者导电性比所述发光层的导电性高的异物,

所述功能层的位于所述突出部、所述凹入部或者所述异物的上方的第一部分的至少一部分缺损而形成空隙部,在所述空隙部的周围有所述金属析出。

缺陷检测方法、有机 EL 元件的修复方法以及有机 EL 显示面板

技术领域

[0001] 本发明涉及有机 EL (Electro-Luminescence :电致发光)显示面板的有机 EL 元件的缺陷检测方法。

背景技术

[0002] 近年来,作为显示装置,在基板上设置有机 EL 元件的有机 EL 显示面板逐渐普及。有机 EL 显示面板具有如下等特征:由于利用进行自发光的有机 EL 元件,因此视觉识别性高;而且,由于是全固体元件,因此耐冲击性优异。

[0003] 有机 EL 元件是电流驱动型的发光元件,在阳极和阴极的电极对之间,层叠进行通过载流子(空穴、电子)的复合实现的电致发光现象的发光层等多个有机 EL 功能层而构成。

[0004] 在有机 EL 显示面板的制造过程中,存在垃圾等微小的异物附着、由于抗蚀剂的不良而在电极或有机 EL 功能层的表面产生局部的凹凸的情况。于是,在其上形成的有机 EL 功能层会局部产生膜厚不均的区域,有时会局部产生未形成有机 EL 功能层的区域。一旦这样的区域形成,就会成为产生所谓的暗点 (dark dot) 缺陷的原因,所述暗点缺陷是在阳极和阴极之间发生短路而发光层变为不发光的缺陷。

[0005] 在这样的暗点缺陷中,还存在:时而发生短路、时而不发生短路的情况;最初正常地进行发光、但随着时间的经过而变为暗点缺陷的情况。若在出货后发生暗点缺陷,则会使用户的利益受到损害,因此研究了各种各样的在出货前检测这样的潜在的暗点缺陷并实施修复的方法。

[0006] 例如,在专利文献 1 中公开了一种使暗点显在化(明显地表现出来)的方法:对有机 EL 元件施加反向偏压,通过使阴极的 Al 发生迁移(migration),而使缺陷部发生击穿(breakdown)稳定地成为短路状态,从而使暗点显在化。

[0007] 另外,在专利文献 2 中公开了一种修复缺陷部的方法:当对有机 EL 元件施加反向偏压时,电流集中地在缺陷部中流动而温度上升,在缺陷部中发生缺陷部被烧掉、因气化而蒸发、因氧化或碳化而变成绝缘体的某种变化而进行高电阻化,变为在缺陷部中不流动电流,由此修复缺陷部。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献 1:日本特开 2008-66003 号公报

[0010] 专利文献 2:日本特开 2003-51384 号公报

发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 但是,在专利文献 1 的方法中,那样的 Al 的迁移并不是那么容易在短时间内发生的,迁移的发生是不确切的,因此,在一部分缺陷部中有可能不会引起足以发生击穿的迁移而无法使潜在的暗点缺陷得到显在化。

[0013] 另外,在专利文献 2 的方法中,随着缺陷部高电阻化,电流变得难以流动,因此,有可能会在完全成为绝缘体之前,缺陷部的变化停止,无法得到足够的修复效果而暗点缺陷残留下来。

[0014] 本发明是鉴于上述问题而完成的发明,目的在于提供一种缺陷检测方法,能够使潜在的暗点缺陷更切实地显在化而检测出该缺陷,以使得暗点缺陷能够切实地得到修复。

[0015] 用于解决问题的手段

[0016] 本发明的一实施方式的缺陷检测方法是对有机 EL 元件进行的缺陷检测方法,所述有机 EL 元件具有第一电极、第二电极以及夹在所述第一电极和所述第二电极之间的功能层及发光层,所述缺陷检测方法包括以下工序:暗点显在化工序,通过在所述第一电极和所述第二电极之间施加用于使所述发光层不发光的暗点显在化的电压,在所述有机 EL 元件在所述第一电极和所述第二电极之间具有成为导致所述不发光的原因的缺陷部的情况下,使所述功能层的与所述缺陷部对应的第一部分的电阻下降;和暗点检测工序,在所述暗点显在化工序之后,在所述第一电极和所述第二电极之间施加如果是没有所述缺陷部的正常的有机 EL 元件的情况下它是会发光的电压即发光所需电压,对所述暗点进行检测。

[0017] 发明的效果

[0018] 本发明的一实施方式的显示面板中,在暗点显在化工序中,在第一电极和第二电极之间施加电压,在有机 EL 元件在第一电极和第二电极之间具有缺陷部的情况下,使功能层的第一部分的电阻下降。由此,成为电流集中地在第一部分中流动的短路状态,使潜在的暗点显在化,因此,在后续的暗点检测工序中,具有缺陷部的像素(子像素)不发光,能够确实地将具有该缺陷部的有机 EL 元件作为暗点检测出来。

附图说明

[0019] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 涉及的显示面板的结构示意框图。

[0020] 图 2 是示意表示实施方式 1 涉及的有机 EL 显示面板的像素的俯视图。

[0021] 图 3 是示意表示实施方式 1 涉及的有机 EL 元件的概略结构的剖视图,是沿图 2 的 A-A' 线的剖视图。

[0022] 图 4 是示意表示实施方式 1 涉及的有机 EL 元件的概略结构的局部放大剖视图,(a) 是表示对有机 EL 元件施加了反向偏压时的状态的示意剖视图,(b) 是表示在电子输送层产生了空隙部时的状态的示意剖视图,(c) 是表示对有机 EL 元件施加了正向偏压时的状态的示意剖视图。

[0023] 图 5 是示意表示实施方式 2 涉及的有机 EL 元件的概略结构的剖视图。

[0024] 图 6 是示意表示实施方式 2 涉及的有机 EL 元件的概略结构的局部放大剖视图,(a) 是表示对有机 EL 元件施加了反向偏压时的状态的示意剖视图,(b) 是表示在电子输送层产生了空隙部时的状态的示意剖视图,(c) 是表示对有机 EL 元件施加了正向偏压时的状态的示意剖视图。

[0025] 图 7 是示意表示实施方式 3 涉及的有机 EL 元件的概略结构的剖视图。

[0026] 图 8 是示意表示实施方式 3 涉及的有机 EL 元件的概略结构的局部放大剖视图,(a) 是表示对有机 EL 元件施加了反向偏压时的状态的示意剖视图,(b) 是表示在电子输送层产生了空隙部时的状态的示意剖视图,(c) 是表示对有机 EL 元件施加了正向偏压时的状

态的示意剖视图。

[0027] 标号说明

[0028] 1 有机 EL 显示装置 ;3、303 缺陷部 ;4 空隙部 ;5、205、305 通道部 ;10、210、310 有机 EL 元件 ;11 基板 ;12 阳极 ;13 空穴注入层 ;13a、16a 有机材料 ;13b、16b 金属 ;13c、16c 第一部分 ;13d、16d 第二部分 ;14 堤 ;14a 开口部 ;15 有机发光层 ;16 电子输送层 ;17 阴极 ;18 封止层 ;100、200、300 有机 EL 显示面板。

具体实施方式

[0029] (本发明的一种实施方式的概要)

[0030] 本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法是对有机 EL 元件进行的缺陷检测方法,所述有机 EL 元件具有第一电极、第二电极以及夹在所述第一电极和所述第二电极之间的功能层和发光层,所述缺陷检测方法包括以下工序:暗点显在化工序,通过在所述第一电极和所述第二电极之间施加用于使暗点显在化的电压,所述暗点是所述发光层为不发光的点,在所述有机 EL 元件在所述第一电极和所述第二电极之间具有成为导致所述不发光的原因的缺陷部的情况下,使所述功能层的与所述缺陷部对应的第一部分的电阻下降;和暗点检测工序,在所述暗点显在化工序之后,在所述第一电极和所述第二电极之间施加如果是没有所述缺陷部的正常的有机 EL 元件的情况下它是会发光的电压即发光所需电压,对所述暗点进行检测。

[0031] 在具有缺陷部的有机 EL 元件中,在暗点显在化工序中,使功能层的与缺陷部对应的第一部分低阻抗化,因此,在后续的暗点检测工序中,成为电流集中地在实现了低阻抗化的第一部分中流动的短路状态而不发光,能够确实地将具有该缺陷的有机 EL 元件作为暗点检测出来。

[0032] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,特征在于,所述功能层由掺杂了金属的有机材料构成,在所述暗点显在化工序中,通过对所述第一部分通电而使之发热,从而使所述第一部分所包含的所述有机材料蒸发而形成空隙部,在所述功能层的包围所述空隙部的侧壁部分,使在蒸发了的所述有机材料掺杂的所述金属析出,由此使电阻下降。

[0033] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,其特征是,所述第一电极为阳极,所述第二电极为阴极,对所述第二电极施加比所述第一电极高的电压。

[0034] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,特征在于,在所述暗点显在化工序中,施加所述电压,直到所述第一部分的电阻下降为比所述功能层的与所述缺陷部不对应的第二部分的电阻低。

[0035] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,特征在于,所述缺陷部在所述功能层的下方具有突出部、凹入部或者导电性比所述发光层的导电性高的异物,所述第一部分位于所述突出部、所述凹入部或者所述异物的上方,具有膜厚比所述第二部分的膜厚薄的区域。

[0036] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,特征在于,所述功能层由伴随着在所述功能层中流动的累积电流量的增加而电阻下降的材料构成。

[0037] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,特征在于,在所

述暗点显在化工序中,通过在所述第一部分中流动比所述第二部分大的电流,从而使所述第一部分性质改变,使所述第一部分的电阻下降为比所述第二部分的电阻低。

[0038] 另外,在本发明的一实施方式涉及的缺陷检测方法的特定方式中,特征在于,在所述暗点显在化工序中,通过在所述第一部分中流动比所述第二部分大的电流,且施加于所述第一部分的电场强度大于施加于所述第二部分的电场强度,从而使所述第一部分的一部分破损或变形,在所述第一部分形成空隙部。

[0039] 本发明的一实施方式涉及的有机 EL 元件的修复方法的特征在于,在通过本发明的一实施方式涉及的上述各方式的任一方式的缺陷检测方法而被作为暗点检测出来的有机 EL 元件中,进行提高所述第一电极和所述第二电极的至少一方的与所述第一部分对应的部分的电阻的处理。

[0040] 本发明的一实施方式涉及的有机 EL 显示面板是在基板上形成有多个有机 EL 元件的有机 EL 显示面板,特征在于,所述多个有机 EL 元件分别具有发光层、层叠在所述发光层上由掺杂了金属的有机材料构成的功能层以及将所述发光层和所述功能层夹在中间的一对电极,所述多个有机 EL 元件中的至少一个有机 EL 元件在所述功能层的下方具有突出部、凹入部或者导电性比所述发光层的导电性高的异物,所述功能层的位于所述突出部、所述凹入部或者所述异物的上方的第一部分至少一部分缺损而形成空隙部,在所述空隙部的周围有所述金属析出。

[0041] (实施方式 1)

[0042] [1-1. 整体结构]

[0043] 图 1 是表示具有实施方式 1 涉及的有机 EL 显示面板 100 的有机 EL 显示装置 1 的结构示意框图。如图 1 所示,有机 EL 显示装置 1 构成为具有有机 EL 显示面板 100 和与有机 EL 显示面板 100 连接的驱动控制单元 20。有机 EL 显示面板 100 是利用了有机材料的电致发光现象的面板,例如呈矩阵状排列有多个有机 EL 元件而构成。驱动控制单元 20 包括四个驱动电路 21 ~ 24 和控制电路 25。

[0044] 然而,在实际的有机 EL 显示装置 1 中,对于有机 EL 显示面板 100 的驱动控制单元 20 的配置不限于此。

[0045] [1-2. 有机 EL 显示面板的结构]

[0046] 使用图 2 对有机 EL 显示面板 100 的结构进行说明。

[0047] 图 2 是示意表示从有机 EL 显示面板 100 的显示面一侧观察到的概略结构的俯视图。图 3 是有机 EL 显示面板 100 的沿图 2 的 A-A' 线剖切的局部放大剖视图。有机 EL 显示面板 100 是将 Z 方向一侧作为显示面的所谓的顶部发射型面板。

[0048] 如图 3 所示,有机 EL 显示面板 100 中,作为其主要的结构,具备基板 11、阳极(第一电极)12、空穴注入层 13、堤 14、有机发光层 15、电子输送层(功能层)16、阴极(第二电极)17 以及封止层 18。有机 EL 显示面板 100 中,将具有与红(R)、绿(G)、蓝(B)的任一发光色对应的有机发光层 15 的有机 EL 元件 10 作为子像素,如图 2 所示,子像素呈矩阵状配设。此外,在图 2 中,为了便于理解附图,示出了去掉了电子输送层 16、阴极 17、封止层 18 的状态。

[0049] 另外,有机 EL 显示面板 100 在空穴注入层 13 具有缺陷部 3。

[0050] 〈基板〉

[0051] 基板 11 为成为有机 EL 显示面板 100 的基材的部分,例如可以用无碱玻璃、碳酸

钠玻璃、无荧光玻璃、磷酸类玻璃、硼酸类玻璃、石英、丙烯类树脂、苯乙烯类树脂、聚碳酸酯类树脂、环氧类树脂、聚乙烯、聚酯、硅酮类树脂、或者氧化铝等的绝缘性材料的任一种来形成。

[0052] 另外,虽未作图示,但在基板 11 的表面形成有助于驱动有机 EL 元件的 TFT (薄膜晶体管)层,隔着在其上形成的层间绝缘层而在 TFT 层的上方形成有阳极 12。层间绝缘层由聚酰亚胺类树脂、丙烯类树脂、酚醛(novolac)型苯酚树脂等有机绝缘材料、和 / 或 SiO₂ (氧化硅)、SiN (氮化硅)等无机绝缘材料构成,用于确保 TFT 层和阳极之间的电绝缘性,并且使 TFT 层的上表面的高低差平坦化。

[0053] 在本实施方式中,TFT 的极性为 N 沟道型,基板 11 一侧为阳极 12,显示面一侧为阴极 17。

[0054] 〈阳极〉

[0055] 阳极 12 是按各子像素而个别设置的像素电极,例如由 Ag (银)、Al (铝)、铝合金、Mo (钼)、APC (银、钼、铜的合金)、ARA (银、铟、金的合金)、MoCr (钼和铬的合金)、MoW (钼和钨的合金)、NiCr (镍和铬的合金)、ACL (铝、钴、铬、钨的合金)等光反射性导电材料构成。

[0056] 另外,还可以在阳极 12 的表面设置公知的透明导电膜。作为透明导电膜的材料,可以使用例如氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)。透明导电膜介于阳极 12 和空穴注入层 13 之间,具有使各层间的接合性良好的功能。

[0057] 〈空穴注入层〉

[0058] 空穴注入层 13 是例如由银(Ag)、钼(Mo)、铬(Cr)、钒(V)、钨(W)、镍(Ni)、铱(Ir)等的氧化物、或者 PEDOT (聚噻吩和聚苯乙烯磺酸的混合物)等导电性聚合物材料构成的层。在上述中,由氧化金属构成的空穴注入层 13 具有使空穴稳定地、或者辅助空穴的生成而对有机发光层 15 注入和输送空穴的功能。

[0059] 在此,通过在由过渡金属的氧化物构成空穴注入层 13 的情况下取得多个氧化数,能够取得多个能级,其结果,空穴注入变得容易,能够降低驱动电压。

[0060] 〈堤〉

[0061] 在空穴注入层 13 的表面设置有助于区划成为有机发光层 15 的形成区域的开口部 14a 的堤 14。堤 14 形成为具有一定的梯形截面,由绝缘性的有机材料(例如丙烯类树脂、聚酰亚胺类树脂、酚醛型苯酚树脂等)构成。在通过涂敷法形成有机发光层 15 的情况下,堤 14 作为用于使得所涂敷的墨不溢出的构造物而发挥功能,在通过蒸镀法形成有机发光层 15 的情况下,堤 14 作为用于载置蒸镀掩模的构造物而发挥作用。

[0062] 另外,由开口部 14a 规定的区域为发光区域,各发光区域相当于一个子像素。

[0063] 〈有机发光层〉

[0064] 有机发光层 15 为进行由载流子(空穴和电子)的复合实现的发光的部位,构成为包含与 R、G、B 的任一种颜色对应的有机材料。有机发光层 15 分别形成在堤 14 的开口部 14a 内,因此,是按各子像素而形成的。

[0065] 作为可以用作有机发光层 15 的材料,能举出聚对苯乙烯(PPV)、聚芴、和 / 或例如专利公开公报(日本特开平 5-163488 号公报)中所记载的类噻星(oxinoid)化合物、茈花化合物、香豆素化合物、氮杂香豆素化合物、噻唑化合物、噻二唑化合物、紫环酮(perinone)化合物、吡咯并吡咯化合物、萘化合物、蒽化合物、芴化合物、荧蒽化合物、并四苯化合物、茈花化合物

物、晕苯化合物、喹诺酮化合物及氮杂喹诺酮化合物、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物、若丹明化合物、蒽(chrysene)化合物、菲化合物、环戊二烯化合物、茈化合物、二苯基苯醌化合物、苯乙烯基化合物、丁二烯化合物、双氰亚甲基吡喃化合物、双氰亚甲基噻喃化合物、荧光素化合物、吡喃鎓化合物、噻喃鎓化合物、硒吡喃鎓化合物、碲吡喃鎓化合物、芳香族坎利酮化合物、低聚亚苯基化合物、噻吨化合物、花青苷化合物、吡啶化合物、8-羟基喹啉化合物的金属配合物、2,2'-联吡啶化合物的金属配合物、席夫碱与 III 族金属的配合物、8-羟基喹啉(喔星)金属配合物、稀土类配合物等荧光物质等。

[0066] 〈电子输送层〉

[0067] 电子输送层 16 具有将从阴极 17 注入的电子输送给有机发光层 15 的功能,例如使用使金属 16b (参照图 4 各图) 掺杂于噁二唑衍生物(OXD)、三唑衍生物(TAZ)、邻菲咯啉(phenanthroline)衍生物(BCP、Bphen)等有机材料 16a (参照图 4 各图) 而得到的材料来形成。作为掺杂于有机材料 16a 的金属 16b,例如可使用锂(Li)等碱金属和 / 或钡(Ba)等碱土类金属。对于向有机材料材料 16a 的金属 16b 的掺杂,一般使用蒸镀法,但既可以通过溅射法来进行掺杂,也可以通过使金属微粒子分散到有机材料中来进行掺杂。在本实施方式中,将噁二唑衍生物用于有机材料 16a,将钡用于金属 16b。即,电子输送层 16 由掺杂了钡的噁二唑衍生物形成。

[0068] 〈阴极〉

[0069] 阴极 17 共用地设置于各子像素,例如由 ITO、IZO 等具有导电性的光透射性材料形成。在顶部发射型的有机 EL 显示面板的情况下,优选光透射性的材料来形成。

[0070] 作为用于形成阴极 17 的材料,除了上述以外,例如也可以使用将包含碱金属、碱土类金属或者它们的卤化物的层和包含银的层按该顺序层叠而得到的构造。在上述中,包含银的层既可以由银单独形成,也可以由银合金形成。另外,为了实现光取出效率的提高,也可以从该包含银的层的上方设置透明度高的折射率调整层。

[0071] 〈封止层 18〉

[0072] 封止层 18 是为了保护空穴注入层 13、有机发光层 15、电子输送层 16 以及阴极 17 免受侵入到有机 EL 显示面板 100 内的水分和 / 或氧的侵袭而设置的。

[0073] 此外,在图 3 中虽然省略了示图,但也可以在封止层 18 上形成黑底、滤色片(color filter,滤色器)等。

[0074] 〈缺陷部〉

[0075] 缺陷部 3 是存在于阳极 12 和阴极 17 之间的异物或者突出部。由于缺陷部 3 的存在,在其上形成的各层的与缺陷部 3 对应的部分(位于缺陷部 3 上方的部分)以向上突出的形态来形成。进而,还存在与缺陷部 3 对应的部分的一部分未得到形成的情况。在本实施方式中,缺陷部 3 为异物,具体而言是灰尘、尘埃等微小的垃圾。

[0076] 如图 2、3 所示,在本实施方式涉及的有机 EL 显示面板 100 中,缺陷部 3 位于空穴注入层 13 上。并且,有机发光层 15 为在位于缺陷部 3 上方的部分未形成该有机发光层、或者与其他部分相比该有机发光层非常薄的状态即形成了所谓的针孔(pinhole)的状态。电子输送层 16 形成在有机发光层 15 以及缺陷部 3 上,作为电子输送层 16 的位于缺陷部 3 上方的部分的第一部分 16c 的膜厚,比作为不位于缺陷部 3 上方的部分(与缺陷部 3 不对应的部分)的第二部分 16d 的膜厚薄。

[0077] 在本实施方式中,缺陷部 3 由有机物构成,具有比有机发光层 15 高的导电性。

[0078] 此外,在图 2、3 中示出了具有缺陷部 3 的有机 EL 元件 10,但并不是说形成于有机 EL 显示面板 100 的所有有机 EL 元件 10 都具有缺陷部 3。仅是形成于有机 EL 显示面板 100 的多个有机 EL 元件 10 中的几个具有缺陷部 3,也有可能具有缺陷部 3 的有机 EL 元件为零。存在预定比例以上的具有缺陷部 3 的有机 EL 元件 10 的有机 EL 显示面板 100 则作为不良品处理。

[0079] [1-3. 缺陷检测方法以及修复方法]

[0080] 接着,对本发明的一实施方式涉及的缺陷部检测方法进行说明。在此,针对对有机 EL 显示面板 100 进行的缺陷检测方法进行以下说明。

[0081] 图 4 是表示本实施方式的缺陷检测方法的概要的剖视图,是由图 3 的虚线 B 所包围的部分的放大剖视图。

[0082] 首先,在有机 EL 元件 100 的阳极 12 和阴极 17 之间施加反向偏压。由于缺陷部 3 使得有机发光层 15 不存在或者非常薄,因此具有缺陷部 3 的有机 EL 元件 10 会在比没有缺陷部 3 的有机 EL 元件 10 低的反向偏压下发生击穿,会流动电流。并且,如图 4 的(a)所示,反向偏置电流 I_{r1} 集中地在第一部分 16c 中流动。

[0083] 此外,在图 4 的(a)中,在第一部分 16c 中流动的反向偏置电流 I_{r1} 用粗线的箭头表示,在第二部分 16d 中流动的反向偏置电流 I_{r2} 用虚线的箭头表示。这表示出了:用虚线表示的反向偏置电流 I_{r2} 为小电流,用粗线表示的反向偏置电流 I_{r1} 为大电流。

[0084] 并且,由于反向偏置电流 I_{r1} 集中地在第一部分 16c 中流动,第一部分 16c 发热而温度上升,如图 4 的(b)所示,在第一部分 16c 中,有机材料 16a 升华而形成空隙部 4。并且,在升华了的有机材料 16a 中掺杂的金属 16b 在空隙部 4 的侧壁部分析出,形成成为阴极 17 和缺陷部 3 之间的电流通路的通道部 5。通道部 5 由析出的金属构成,具有高导电性,因此通过形成通道部 5,第一部分 16c 的电阻下降,成为稳定的短路状态。由此,使得潜在的暗点显在化。

[0085] 在此,继续施加反向偏压直到形成空隙部 4。具体而言,例如以 10 ~ 30V 施加 10 分钟的反向偏压。

[0086] 另外,对于有机材料 16a 的升华,也可以不是在整个第一部分 16c 发生升华。只要能够析出足够形成通道部 5 的量的金属 16b 的量的有机材料 16a 升华即可,所述通道部 5 是足以电连接缺陷部 3 和阴极 17 的长度(电子输送层 16 的厚度方向的长度)的通道部。即,也可以仅是第一部分 16c 的一部分的有机材料 16a 升华,在第一部分 16c 的局部形成空隙部 4。

[0087] 接着上述空隙部 4 以及通道部 5 的形成,与通常的暗点检测工序同样地,在有机 EL 元件 10 的阳极 12 和阴极 17 之间施加正向偏压。于是,如图 4 的(c)所示,正向偏置电流 I_f 通过通道部 5 而主要集中地在第一部分 16c 中流动,该正向偏置电流 I_f 在有机发光层 15 中几乎不流动,因此该有机 EL 元件 10 成为不发光,在暗点检测工序中,被作为暗点检测出来。

[0088] 并且,对于被作为暗点检测出来的有机 EL 元件 10,通过向阳极 12 和阴极 17 的与缺陷部 3 对应的部分照射激光的公知的方法,将电极烧断和/或使之性质改变,使该部分高电阻化或者绝缘化来实施修复处理。

[0089] 此外,暗点检测通过使用了 CCD 相机等公知的方法来进行。具体而言,参照专利文献 1 的发光状态检查的项目等。

[0090] 另外,修复的方法不限于使用激光的方法,例如也可以使用超声波等,只要能够使之高电阻化或者绝缘化,则可以使用任何方法。

[0091] [1-4. 实施方式 1 的总结]

[0092] 如上述说明的那样,本实施方式涉及的有机 EL 显示面板 100 使用在有机材料 16a 掺杂了金属 16b 而得到的材料,形成作为功能层的电子输送层 16。并且,根据本实施方式涉及的缺陷检测方法,在暗点检测工序之前,在有机 EL 元件 10 的阳极 12 和阴极 17 之间施加反向偏压,在有机 EL 元件 10 具有缺陷部 3 的情况下,使作为电子输送层 16 的与缺陷部 3 对应的部分的第一部分 16c 低电阻化。该低电阻化通过如下所述的方法来实现。当对有机 EL 元件 10 施加了反向偏压时,电流集中地在作为电子输送层 16 的与缺陷部 3 对应的部分的第一部分 16c 中流动,温度上升。当第一部分 16c 的温度上升时,第一部分 16c 的有机材料 16a 马上升华,在该部分形成空隙部 4。与此同时,在升华了的有机材料 16a 中掺杂的金属 16b 在空隙部 4 的侧壁部分析出,形成具有高导电性的通道部 5。这样,第一部分 16c 被低电阻化。由此,第一部分 16c 成为稳定的短路状态,潜在的暗点得以显在化。并且,在接着进行的暗点检测工序中,能够切实地将具有缺陷部 3 的有机 EL 元件作为暗点检测出来。

[0093] 这样,由于能够强制性地使潜在地有可能成为暗点的有机 EL 元件 10 变成暗点而将其切实地检测出来,因此通过预先修复暗点,能够抑制在用户的使用中产生暗点而品质劣化的状况的发生。

[0094] (实施方式 2)

[0095] 在实施方式 1 中,对 TFT 的极性为 N 沟道型的有机 EL 显示面板 100 进行了说明。在实施方式 2 中,对 TFT 的极性为 P 沟道型的情况进行说明。

[0096] 为了避免重复说明,对于与实施方式 1 相同的构成要素,标记相同的符号,省略其说明。以下,对于实施方式 3 以及各变形例也是同样的。

[0097] [2-1. 有机 EL 显示面板的结构]

[0098] 图 5 是表示实施方式 2 涉及的有机 EL 显示面板 200 的概略结构的局部剖视图。在图 5 中,示出了与图 2 的 A-A' 线相当的位置处的剖视图。

[0099] 如图 5 所示,有机 EL 显示面板 200 在基板 11 上依次层叠成膜有阴极 17、电子输送层 16 以及堤 14,在开口部 14a 内形成有机发光层 15。并且,在堤 14 和有机发光层 15 上,依次层叠成膜有空穴注入层(功能层)13、阳极 12 以及封止层 18。在本实施方式中,阴极 17 为像素电极。

[0100] 此外,空穴注入层 13 使用在作为有机材料 13a 的 α -NPD (N,N'-Bis(1-naphthyl)enyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)等的导电性聚合物材料中掺杂了锂等碱金属和 / 或钡等碱土类金属而得到的材料来形成。在实施方式 2 中,空穴注入层 13 由掺杂了钡的 α -NPD 形成。即,在实施方式 2 中,有机材料 13a (参照图 6 各图) 为 α -NPD,金属 13b (参照图 6 各图) 为钡。

[0101] 另外,在实施方式 2 中,也与实施方式 1 同样,缺陷部 3 为异物、具体而言为灰尘、尘埃等微小的垃圾。

[0102] 另外,在图 5 中示出了具有缺陷部 3 的有机 EL 元件 210,但并不是说形成于有机 EL

显示面板 200 的所有有机 EL 元件 210 都具有缺陷部 3。仅是形成于有机 EL 显示面板 200 的多个有机 EL 元件 210 中的几个具有缺陷部,也存在具有缺陷部 3 的有机 EL 元件为零的情况。

[0103] [2-2. 缺陷检测方法以及修复方法]

[0104] 接着,针对对实施方式 2 涉及的有机 EL 显示面板 200 进行的缺陷检测方法进行如下说明。

[0105] 图 6 为表示本实施方式的缺陷检测方法的概要的剖视图,是由图 5 的虚线 C 包围的部分的放大剖视图。

[0106] 首先,在有机 EL 元件 210 的阳极 12 和阴极 17 之间施加反向偏压。于是,缺陷部 3 的导电性比有机发光层 15 的导电性高,空穴注入层 13 的第一部分 13c 的膜厚比第二部分 13d 的膜厚薄,第一部分 13c 的导电性比第二部分 13d 的导电性高。因此,与图 4 示出的实施方式 1 的情况同样,具有缺陷部 3 的有机 EL 元件 210 会在比没有缺陷部 3 的有机 EL 元件 210 低的反向偏压下在位于缺陷部 3 的上方的部分发生击穿,会流动电流。并且,如图 6 的(a)所示,反向偏电流 I_{r1} 集中地在第一部分 13c 中流动。通过反向偏电流 I_{r1} 集中地在第一部分 13c 中流动,第一部分 13c 发热而温度上升,如图 6 的(b)所示,在第一部分 13c 中,有机材料 13a 升华而形成空隙部 4。并且,在升华了的有机材料 13a 中掺杂的金属 13b 在空隙部 4 的侧壁部分析出,形成成为阳极 12 和缺陷部 3 之间的电流通路的通道部 205。通道部 205 由析出的金属构成,具有高导电性,因此通过形成通道部 205,第一部分 13c 的电阻下降,成为稳定的短路状态。由此,潜在的暗点得以显在化。

[0107] 接着上述空隙部 4 以及通道部 205 的形成,与通常的暗点检测工序同样,在有机 EL 元件 10 的阳极 12 和阴极 17 之间施加正向偏压。于是,如图 6 的(c)所示,正向偏置电流 I_f 通过通道部 205 而主要集中地在第一部分 13c 中流动,该正向偏置电流 I_f 在有机发光层 15 中几乎不流动,因此,该有机 EL 元件 210 成为不发光,在暗点检测工序中,被作为暗点检测出来。

[0108] 之后,与实施方式 1 同样,对作为暗点检测出来的有机 EL 元件 210 进行修复处理。

[0109] 此外,在实施方式 2 中,继续施加反向偏压直到形成空隙部 4。具体而言,例如以 10 ~ 30V 施加 10 分钟的反向偏压。

[0110] 另外,在实施方式 2 中,也与实施方式 1 同样,对于有机材料 13a 的升华,也可以不是在整个第一部分 13c 发生升华。只要能形成电连接缺陷部 3 和阳极 12 的通道部 205,则也可以仅是第一部分 13c 的一部分有机材料 13a 升华而在第一部分 13c 的局部形成空隙部 4。

[0111] [2-3. 实施方式 2 的总结]

[0112] 如上所述说明的那样,在实施方式 2 涉及的有机 EL 显示面板 200 中,也是将形成在缺陷部 3 上方的空穴注入层 13 作为功能层,空穴注入层 13 也使用在有机材料 13a 中掺杂了金属 13b 而得到的材料来形成。由此,与实施方式 1 的情况同样,在对有机 EL 元件 210 施加反向偏压而具有缺陷部 3 的情况下,能够使第一部分 13c 低电阻化而使潜在的暗点显在化,在暗点检测工序中,能够切实地将具有缺陷部 3 的有机 EL 元件作为暗点检测出来。

[0113] 这样,在实施方式 2 涉及的有机 EL 显示面板 200 中,也能够强制性地使潜在地有可能成为暗点的有机 EL 元件 210 变为暗点而将其切实地检测出来,因此,通过预先修复暗

点,能够抑制在用户的使用中产生暗点而品质劣化的状况的发生。

[0114] (实施方式 3)

[0115] 在实施方式 1 以及 2 中,缺陷部为垃圾等异物。但是,成为引起潜在的暗点的原因的缺陷部不限于异物。例如,有时在形成像素电极时,由于蒸镀的不良而会在像素电极表面产生凹凸,突出大的部分会成为缺陷部。在实施方式 3 中,对缺陷部 3 为像素电极表面的突出部的情况进行说明。

[0116] [3-1. 有机 EL 显示面板的结构]

[0117] 图 7 是表示实施方式 3 涉及的有机 EL 显示面板 300 的概略结构的局部剖视图。在图 7 中示出了与图 2 的 A-A' 线相当的位置处的剖视图。

[0118] 如图 7 所示,有机 EL 显示面板 300 与实施方式 1 的有机 EL 显示面板 100 同样,作为主要的构成要素,具备基板 11、阳极 12、空穴注入层 13、堤 14、有机发光层 15、电子输送层(功能层) 16、阴极 17、封止层 18。有机 EL 显示面板 300 中,缺陷部 303 不是异物而是在阳极 12 的表面形成的突出部,空穴注入层 13 的位于缺陷部 303 上方的部分(与缺陷部 303 对应的部分)以向上方(Z 方向一侧)突出的形态形成,有机发光层 15 位于缺陷部 303 的上方的部分也以向上方(Z 方向一侧)突出的形态形成,除了上述几点之外,基本的结构与实施方式 1 的有机 EL 显示面板 100 相同。

[0119] 此外,空穴注入层 13 以及有机发光层 15 为形成了所谓针孔的状态、即在位于缺陷部 303 上方的部分不形成该空穴注入层 13 和 / 或有机发光层 15、或者位于缺陷部 303 上方的部分的该空穴注入层 13 和 / 或有机发光层 15 与其他部分相比非常薄的状态。

[0120] 另外,在图 7 中示出了具有缺陷部 303 的有机 EL 元件 310,但并不是说形成于有机 EL 显示面板 300 的所有有机 EL 元件 310 都具有缺陷部 303。仅是形成于有机 EL 显示面板 300 的多个有机 EL 元件 310 中的几个具有缺陷部 303,也存在具有缺陷部 303 的有机 EL 元件为零的情况。进而,缺陷部 303 (突出部)也可以与实施方式 1 和 2 中的缺陷部 3 (异物)混合存在。

[0121] 此外,在实施方式 3 中,阳极 12 为像素电极。另外,在本实施方式中,与实施方式 1 同样,TFT 的极性为 N 沟道型。

[0122] [3-2. 缺陷检测方法以及修复方法]

[0123] 接着,针对对实施方式 3 涉及的有机 EL 显示面板 300 进行的缺陷检测方法进行以下说明。

[0124] 图 8 是表示本实施方式的缺陷检测方法的概要的剖视图,是由图 7 的虚线 D 包围的部分的放大剖视图。

[0125] 首先,在有机 EL 元件 310 的阳极 12 和阴极 17 之间施加反向偏压。在此,缺陷部 303 为阳极 12 的一部分,其导电性比空穴注入层 13 的导电性高。另外,空穴注入层 13、有机发光层 15、电子输送层 16 的位于缺陷部 303 上方的部分的膜厚比不位于缺陷部 303 的上方的部分的膜厚薄,位于缺陷部 303 上方的部分的导电性比不位于缺陷部 303 的上方的部分的导电性高。因此,与实施方式 1 以及 2 的情况同样,具有缺陷部 303 的有机 EL 元件 310 会在比没有缺陷部 303 的有机 EL 元件 310 低的反向偏压下在位于缺陷部 303 上方的部分发生击穿,会流动电流。并且,如图 8 的(a)所示,反向偏电流 I_{r1} 集中地在电子输送层 16 第一部分 16c 中流动。通过反向偏电流 I_{r1} 集中地在第一部分 16c 中流动,第一部分

16c 发热而温度上升,如图 8 的(b)所示,在第一部分 16c 中,有机材料 16a 升华而形成空隙部 4。并且,与实施方式 1 同样,在升华了的有机材料 16a 中掺杂的金属 16b 在空隙部 4 的侧壁部分析出,形成成为阳极 12 和有机发光层 15 之间的电流通路的通道部 305。通道部 305 由析出的金属构成,具有高导电性,因此,通过形成通道部 305,第一部分 16c 的电阻下降,成为稳定的短路状态。由此,潜在的暗点得以显在化。

[0126] 接着上述空隙部 4 以及通道部 205 的形成,当在有机 EL 元件 310 的阳极 12 和阴极 17 之间施加正向偏压时,如图 8 的(c)所示,正向偏置电流 I_f 通过通道部 305 而主要集中地在第一部分 16c 中流动。由此,该有机 EL 元件 310 成为不发光,在暗点检测工序中,被作为暗点检测出来。

[0127] 之后,与实施方式 1 以及 2 同样,对作为暗点检测出来的有机 EL 元件 310 进行修复处理。

[0128] 在实施方式 3 中,也继续施加反向偏压直到形成空隙部 4。具体而言,例如以 10 ~ 30V 施加 10 分钟的反向偏压。

[0129] 另外,在实施方式 3 中,也与实施方式 1、2 同样,对于有机材料 16a 的升华,可以不是在整个第一部分 16c 发生升华。

[0130] [3-3. 实施方式 3 的总结]

[0131] 如上所述说明的那样,在实施方式 3 涉及的有机 EL 显示面板 300 中,也将形成在缺陷部 303 上方的电子输送层 16 作为功能层,电子输送层 16 也使用在有机材料 16a 中掺杂了金属 16b 而得到的材料来形成。由此,与实施方式 1 以及 2 的情况同样,在对有机 EL 元件 310 施加反向偏压而具有缺陷部 303 的情况下,能够使第一部分 16c 低电阻化而使潜在的暗点显在化,在暗点检测工序中,能够切实地将具有缺陷部 303 的有机 EL 元件作为暗点检测出来。

[0132] 这样,在实施方式 3 涉及的有机 EL 显示面板 300 中,也能够强制性地使潜在地有可能成为暗点的有机 EL 元件 310 变为暗点而将其切实地检测出来,因此,通过预先修复暗点,能够抑制在用户的使用中产生暗点而品质劣化的状况的发生。

[0133] [变形例]

[0134] 以上,根据实施方式 1 ~ 3 对本发明的结构进行了说明,但本发明不限于这些实施方式。例如可以实施如下所述的变形例。

[0135] (1) 在实施方式 3 中,电子输送层 16 是由在有机材料掺杂了金属的材料构成的功能层,但不限于此。例如,代替电子输送层 16,也可以使用在有机材料中掺杂了金属的材料来形成空穴注入层 13。在该情况下,反向偏置电流 I_{r1} 也集中地在空穴注入层 13 的位于缺陷部 303 上方的部分流动,因此,在该部分,与实施方式 2 的第一部分 13c 同样,能够形成空隙部以及通道部而实现低电阻化。由此,能够切实地使之变为暗点而实施修复处理。

[0136] (2) 在上述各实施方式中,由在有机材料中掺杂了金属的材料构成的功能层仅是一层,但不限于此。例如,也可以使用在有机材料中掺杂了金属的材料来形成电子输送层 16 和空穴注入层 13 这两者。

[0137] 这样,例如在如实施方式 3 那样缺陷部为电极表面的突出部的情况下,能够在缺陷部的上方形成通道部以将有机发光层 15 夹着中间,能够进一步实现低电阻化。由此,能够更切实地使潜在的暗点缺陷变为暗点而实施修复处理。

[0138] (3) 在实施方式 1 和 2 中,对缺陷部具体为异物的情况进行了说明。在实施方式 3 中,对缺陷部具体为像素电极(在实施方式 3 中为阳极 12)表面的突出部的情况进行了说明。但是,缺陷部的具体例子不限于这些。例如,缺陷部也可以是凹入部。对于凹入部,例如当对像素电极进行蚀刻时,在抗蚀剂存在涂敷不均和 / 或针孔等不良的情况下,由此会在像素电极表面形成该凹入部。

[0139] 当形成凹入部时,在其上形成的层会在凹入部的边缘部分断裂或膜厚变为极薄,会成为产生泄漏电流的原因。

[0140] 在这样的情况下,通过使用在有机材料中掺杂了金属的材料来形成电子输送层 16 或者空穴注入层 13 (或者它们两者),也能够得到与上述各实施方式以及各变形例同样的效果。即,能够强制性地使具有缺陷部(该情况下为凹入部)而潜在地有可能成为暗点的有机 EL 元件变为暗点而切实地将其检测出来。并且,通过预先修复暗点,能够抑制在用户的使用中产生暗点而品质劣化的状况的发生。

[0141] (4) 本发明的一实施方式涉及的有机 EL 显示面板也可以为还包括空穴输送层、电子注入层、钝化膜以及透明导电层等的其他的层的结构。

[0142] (5) 另外,在各实施方式涉及的有机 EL 显示面板中,也可以为缺少空穴注入层 13 和电子输送层 16 中的不作为功能层发挥作用的层的结构。

[0143] 产业上的可利用性

[0144] 本发明的缺陷检测方法、有机 EL 元件的修复方法以及有机 EL 显示面板例如适于利用在作为家用或公共设施、或者业务用的各种显示装置、电视装置、便携电子设备用显示器等使用的有机 EL 显示面板、以及适用于该有机 EL 显示面板的缺陷检测方法、有机 EL 元件的修复方法中。

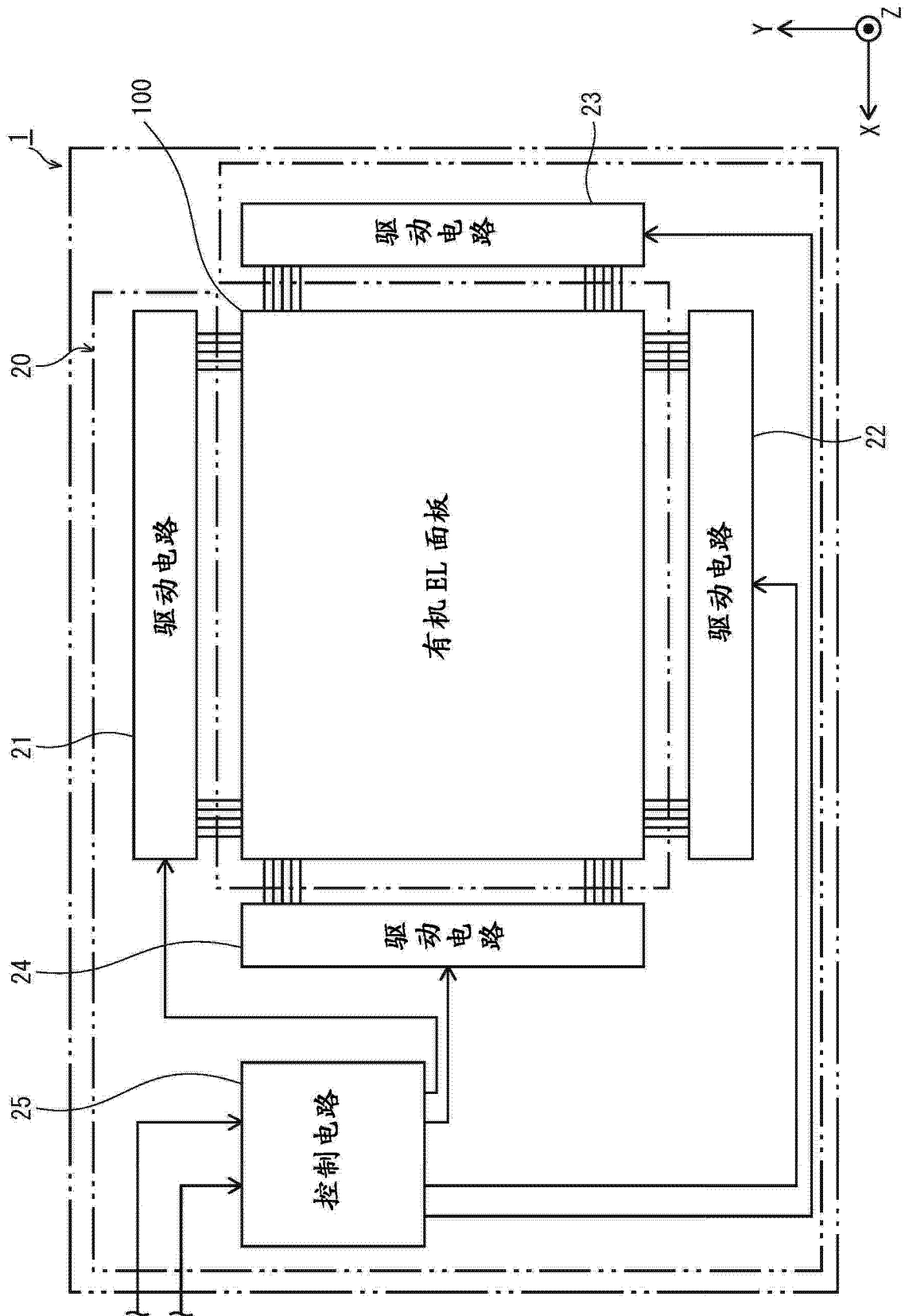


图 1

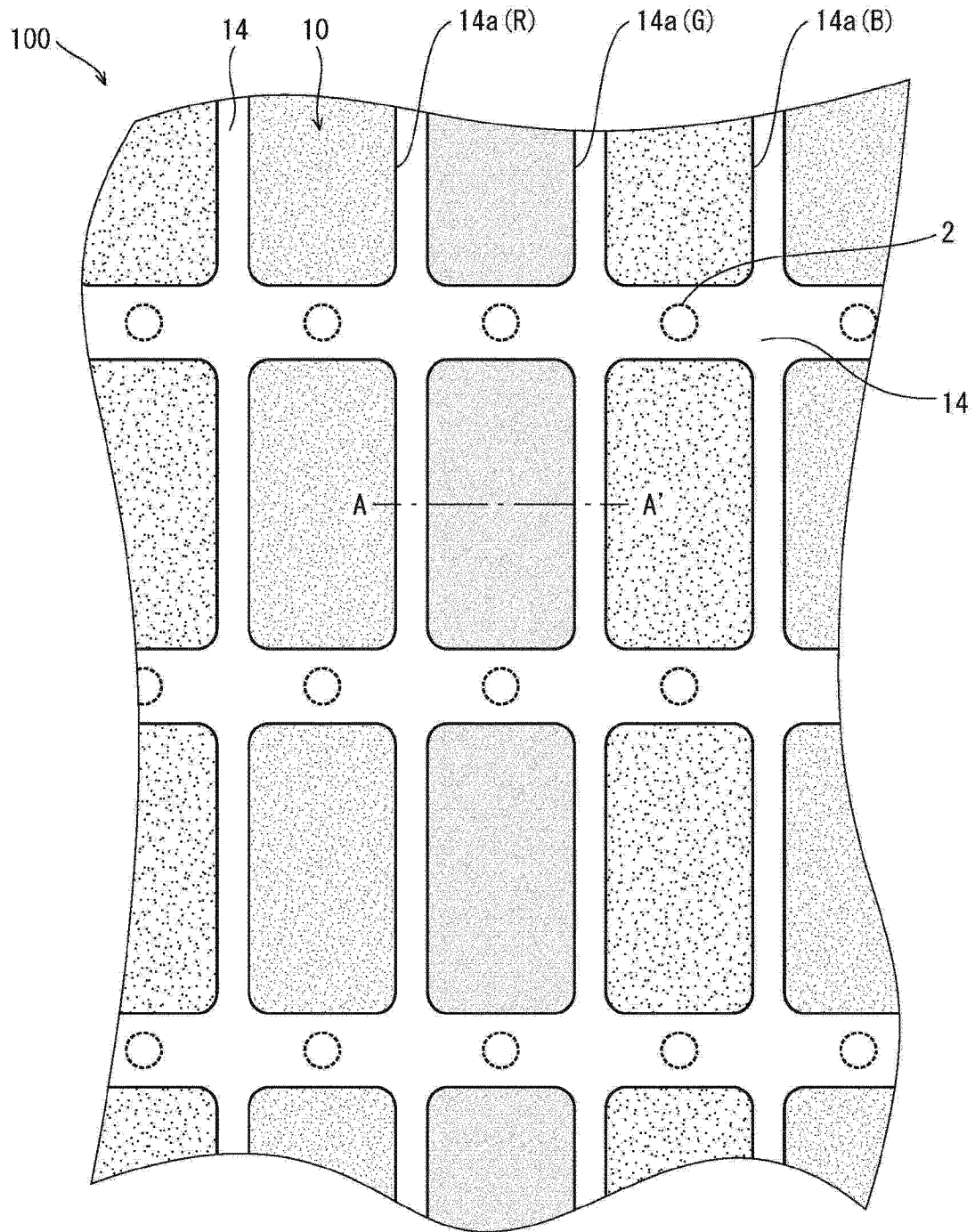


图 2

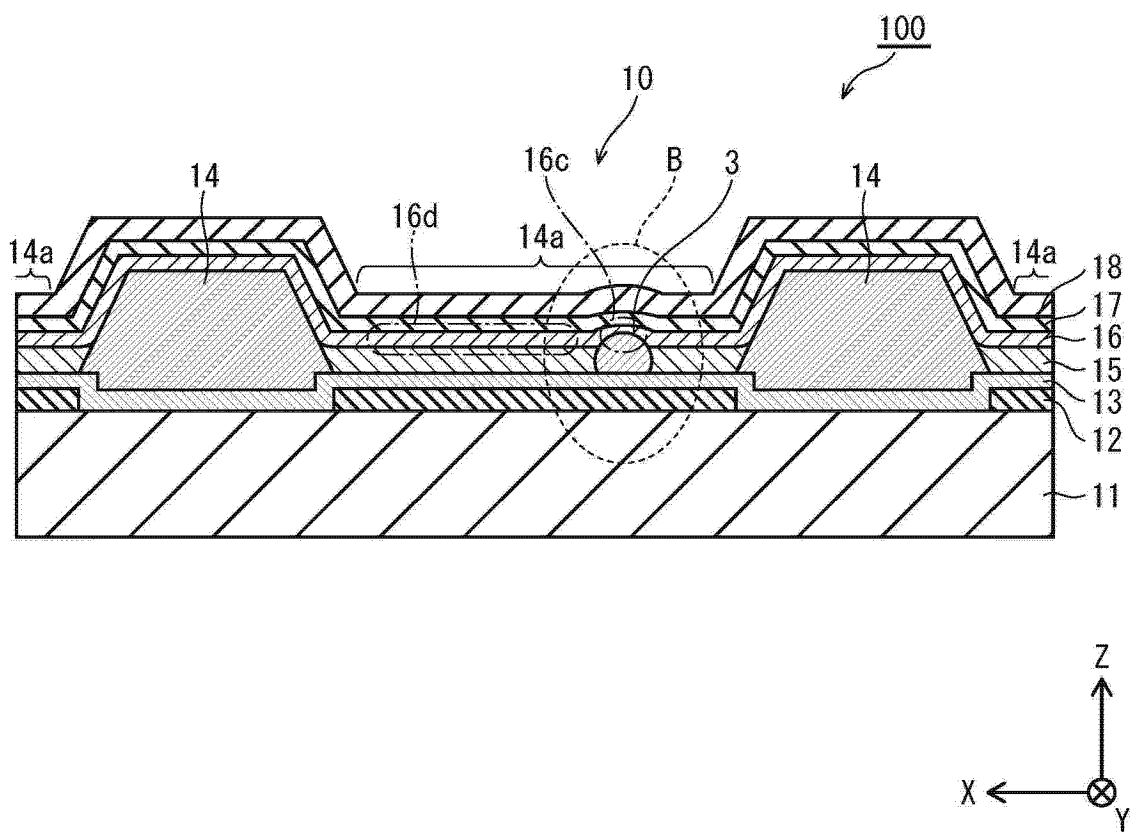


图 3

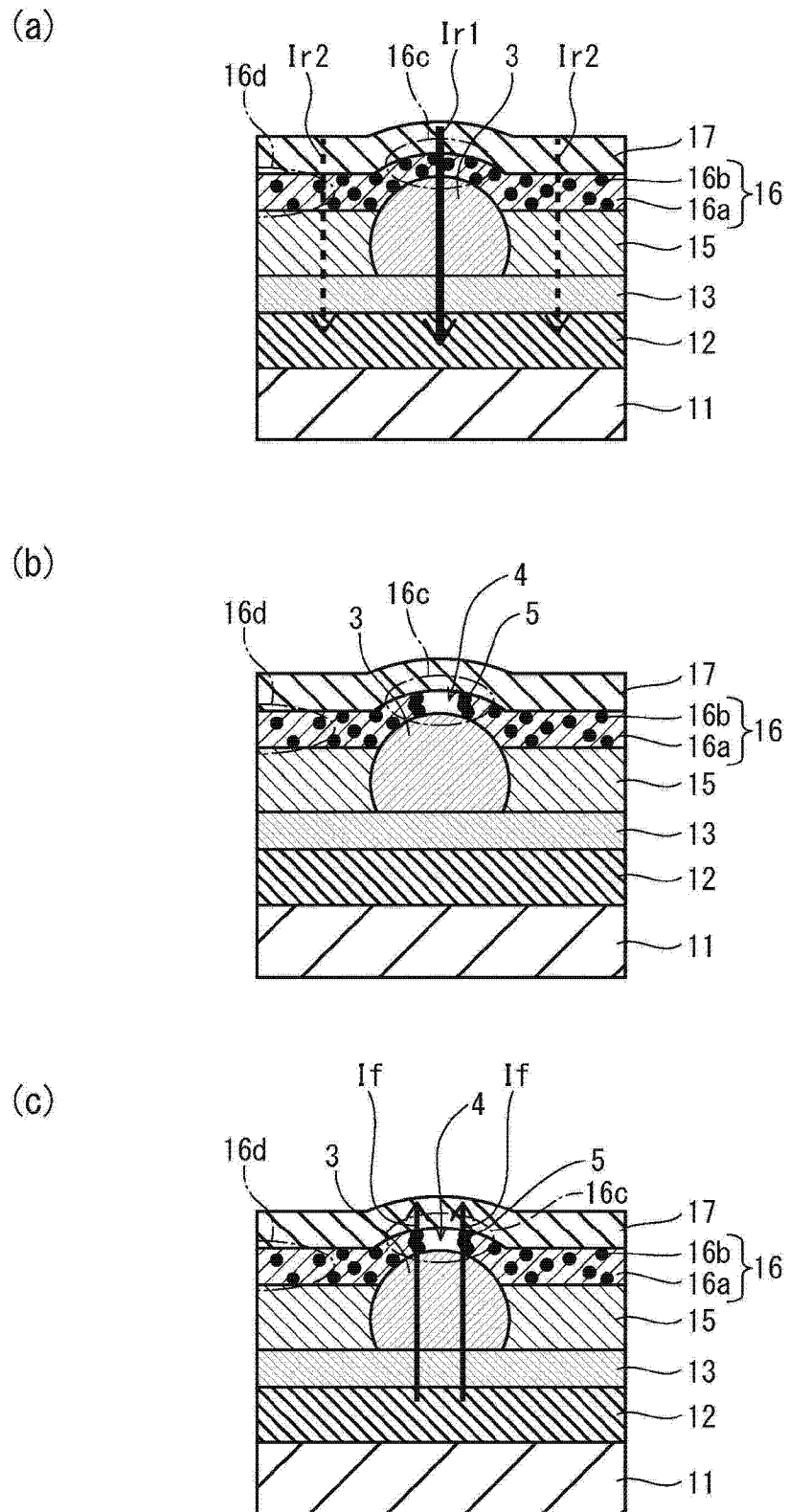


图 4

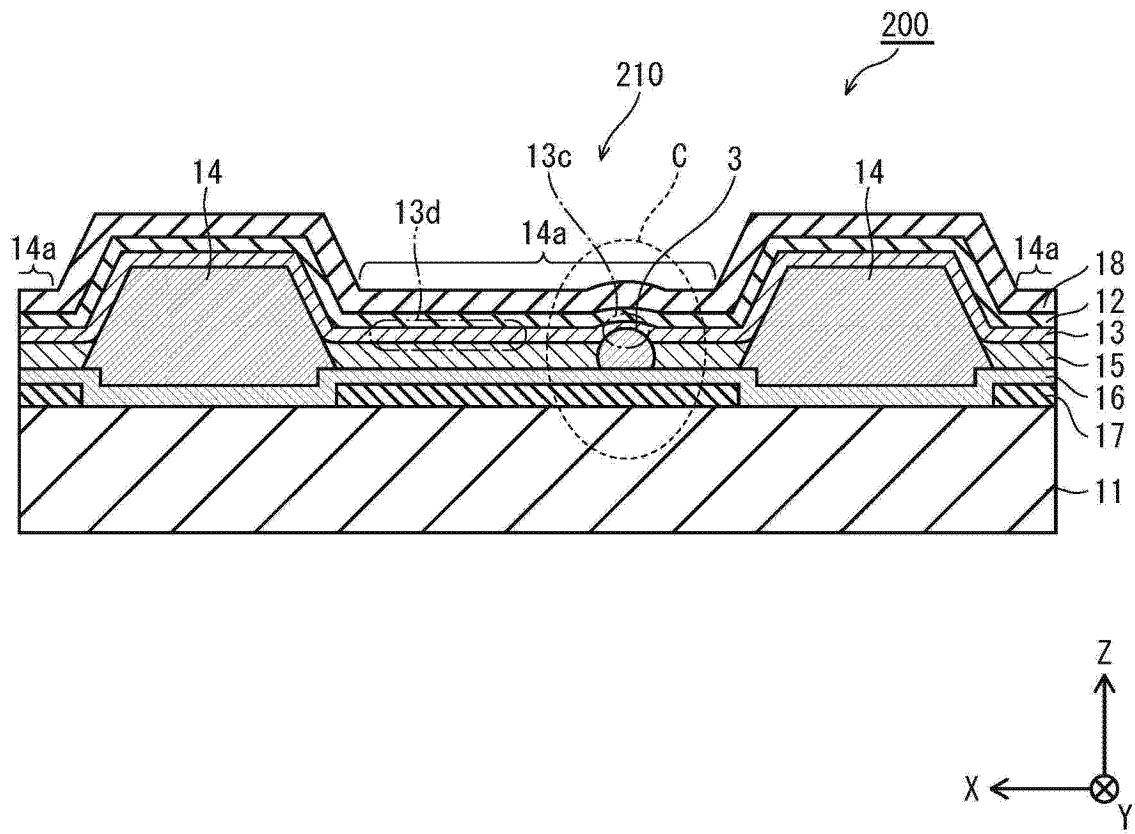


图 5

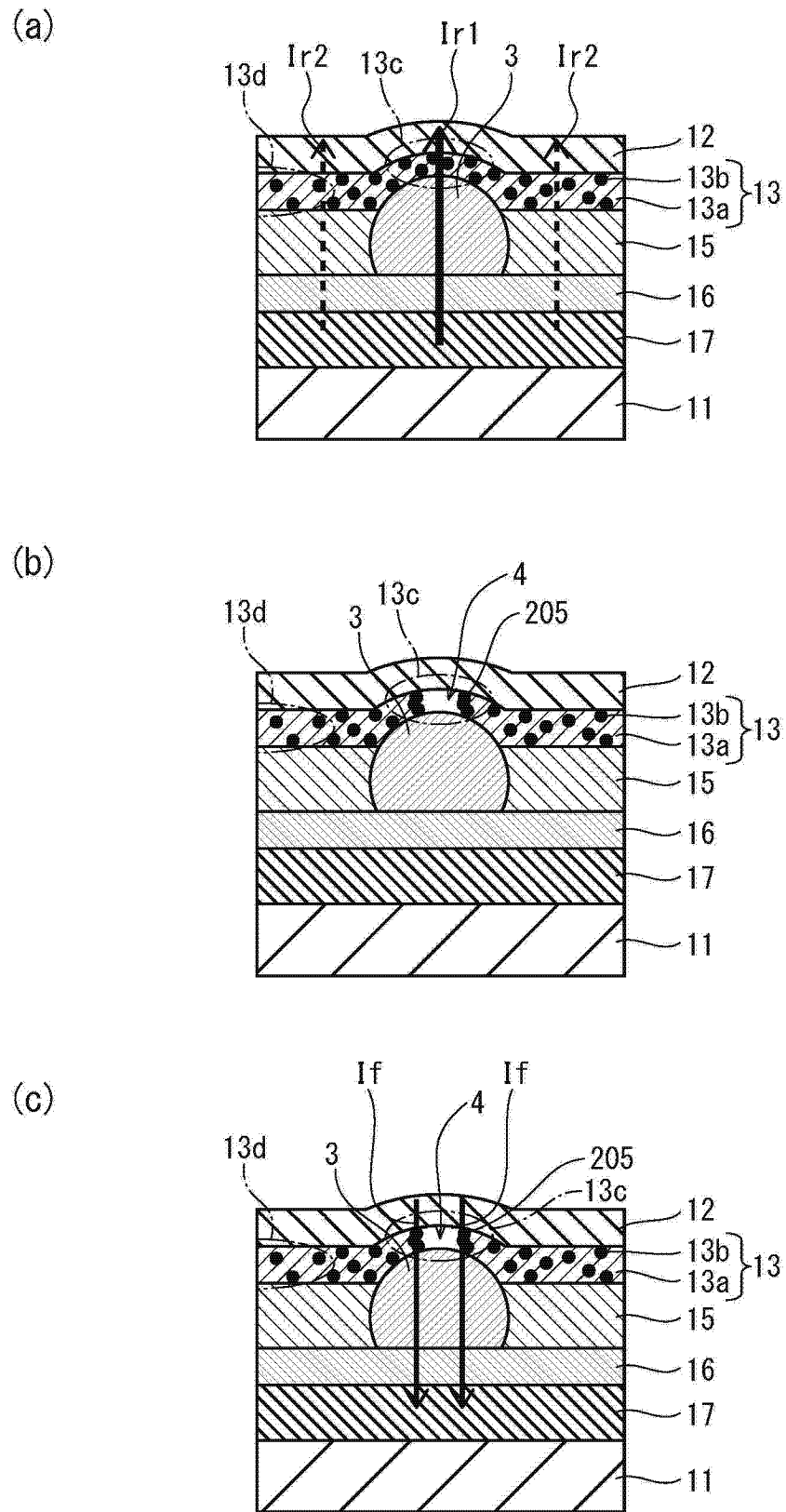


图 6

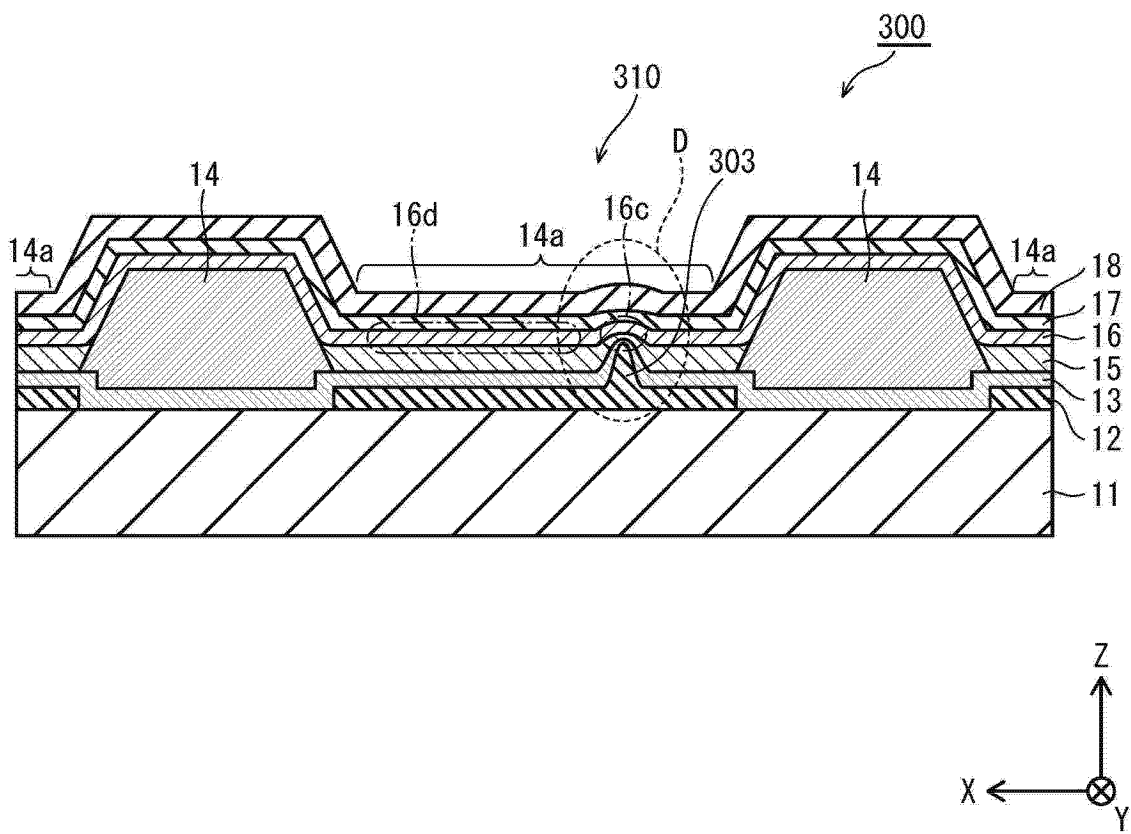


图 7

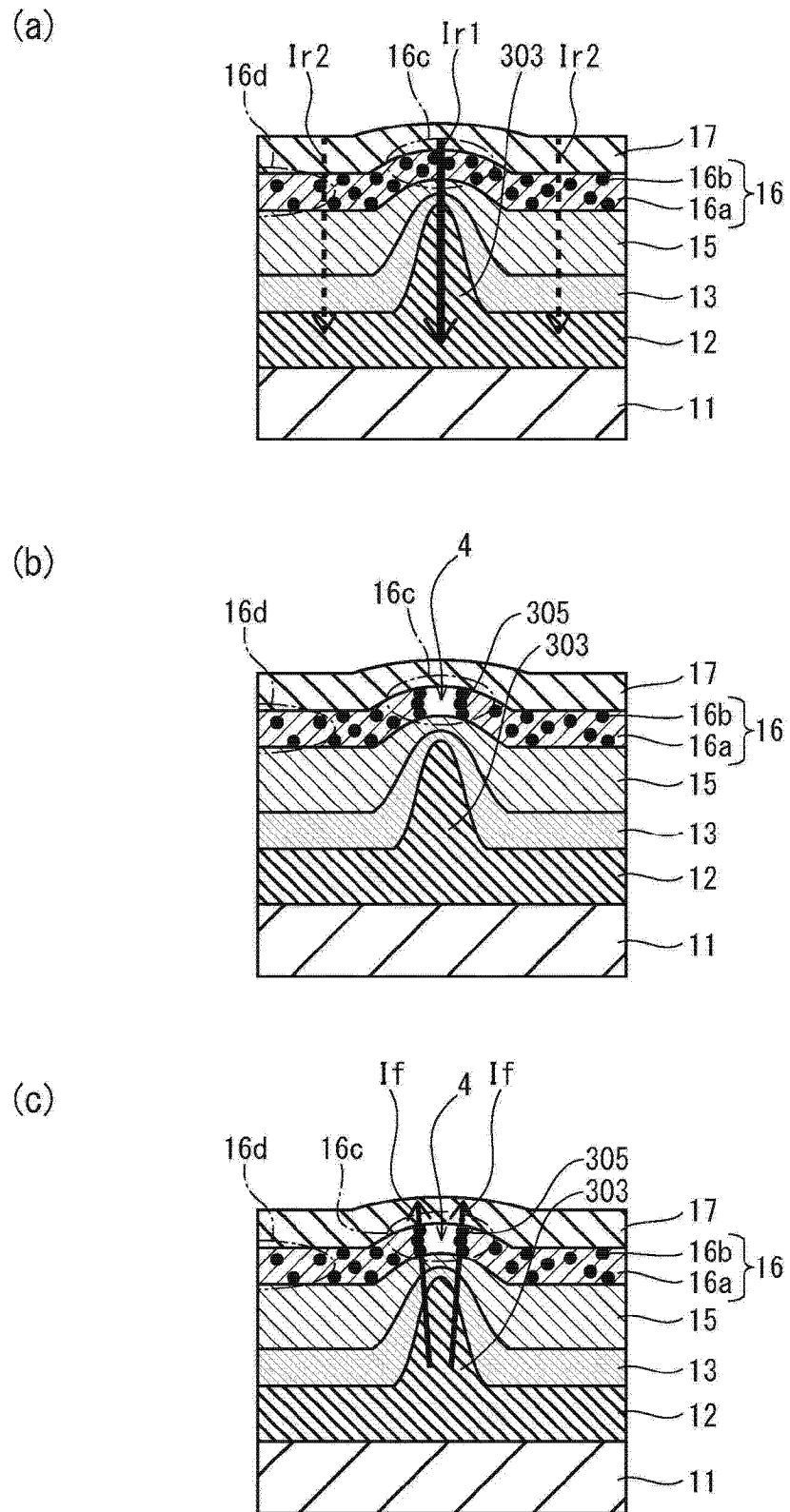


图 8

专利名称(译)	缺陷检测方法、有机EL元件的修复方法以及有机EL显示面板		
公开(公告)号	CN103733728A	公开(公告)日	2014-04-16
申请号	CN201380002539.4	申请日	2013-02-22
[标]申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	岛村隆之 林田芳树 盐田昭教 土田臣弥		
发明人	岛村隆之 林田芳树 盐田昭教 土田臣弥		
IPC分类号	H05B33/12 G09F9/00 G09F9/30 H01L27/32 H01L51/50 H05B33/10		
CPC分类号	G09G3/006 G01R31/44 H01L51/5203 H01L22/14 H01L2251/568 H01L51/56 G09G3/3208		
代理人(译)	徐健 段承恩		
优先权	2012134817 2012-06-14 JP		
其他公开文献	CN103733728B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种对具有第一电极（12）、第二电极（17）、夹在第一电极（12）和第二电极（17）之间的功能层（16）以及发光层（15）的有机EL元件进行的缺陷监测方法。所述缺陷检测方法包括：暗点显在化工序，通过在第一电极（12）和第二电极（17）之间施加用于使暗点显在化的电压，所述暗点是发光层（15）成为不发光的点，从而在有机EL元件在第一电极（12）和第二电极（17）之间具有成为引起不发光的原因的缺陷部（3）的情况下，使功能层（16）的与缺陷部（3）对应的第一部分（16c）的电阻下降；和暗点检测工序，在暗点显在化工序之后，在第一电极和第二电极之间施加如果是没有缺陷部的正常的有机EL元件的情况下它是会发光的电压即发光所需电压，对暗点进行检测。

