



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102742357 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201080003325. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 08. 06

H05B 33/22(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H01L 51/50(2006. 01)

2011. 05. 26

H05B 33/10(2006. 01)

H05B 33/12(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/004990 2010. 08. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02012/017500 JA 2012. 02. 09

(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 西山诚司 近藤哲郎

(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

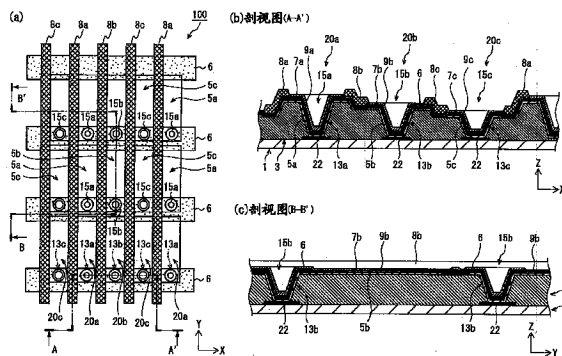
权利要求书 6 页 说明书 34 页 附图 14 页

(54) 发明名称

有机 EL 显示面板、显示装置以及有机 EL 显示面板的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种有机 EL 显示面板、显示装置以及有机 EL 显示面板的制造方法。通过使位于有机 EL 元件 (20) 下层的层间绝缘膜 (3) 的膜厚不同,使接触孔 (13) 的容积按各颜色而不同,对各阳极板 (5) 的凹部 (15) 的容积进行调剂。而且,在通过喷墨方式滴下了含有中间层等的材料的墨水时,中间层等的膜厚根据填充于凹部的墨水量而发生变化。即,能够通过调节各颜色的凹部的容积差,对各颜色的中间层 (9) 等的膜厚差进行微调节。从而能够在电视机等电子设备中使用的有机 EL 显示面板 (100) 中,一边以湿发方式形成中间层 (9) 或发光层 (10),一边容易地对不同的发光颜色间的中间层等的膜厚差进行微调节,提高发光效率或发光颜色。



1. 一种有机 EL 显示面板, 具备:

TFT 层;

层间绝缘膜, 其设在所述 TFT 层的上方;

第一电极板组, 其形成在所述层间绝缘膜上, 包括线状排列的多个第一颜色用的电极板;

第二电极板组, 其在所述层间绝缘膜上与所述第一电极板组相邻地形成, 包括线状排列的多个第二颜色用的电极板;

第一隔壁, 其沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成;

第二隔壁, 其形成在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间;

第三隔壁, 其沿着所述第二电极板组的另一长边部分而形成;

第一有机功能层, 其形成在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间、所述第一电极板组的上方;

第二有机功能层, 其形成在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间、所述第二电极板组的上方; 以及

对置电极, 其设在所述第一有机功能层和所述第二有机功能层的上方,

在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、和将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔,

所述第一颜色用的电极板各自具有沿着所述第一接触孔的形状而凹陷的第一凹部, 所述第二颜色用的电极板各自具有沿着所述第二接触孔的形状而凹陷的第二凹部,

所述层间绝缘膜的厚度形成为: 形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚,

所述第一接触孔比所述第二接触孔深且容积大,

与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,

所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量多, 因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚薄。

2. 根据权利要求 1 所述的有机 EL 显示面板,

与所述第一颜色用的电极板对应的第一接触孔的上面面积和与所述第二颜色用的电极板对应的第二接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内。

3. 根据权利要求 2 所述的有机 EL 显示面板,

所述接触孔的上面面积为从所述层间绝缘膜的所述接触孔的周缘部的最高位置向下 10% 的位置处、或向下 10% 的邻近值的范围内的位置处的所述接触孔的直径所规定的圆的面积。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的有机 EL 显示面板,

与所述第一接触孔对应的所述第一凹部由第一像素限制层覆盖, 在所述第一像素限制

层的上方形成第一有机功能层，

与所述第二接触孔对应的所述第二凹部由第二像素限制层覆盖，在所述第二像素限制层的上方形成第二有机功能层。

5. 根据权利要求 1 至 4 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

对于所述第一有机功能层，通过用喷墨式涂敷方法来涂敷预定体积的液滴，从而在所述第一电极板组的上方连续地形成，

对于所述第二有机功能层，通过用喷墨式涂敷方法来涂敷与所述预定体积相同或处于相同的邻近值的范围内的体积的液滴，从而在所述第二电极板组的上方连续地形成，

与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内。

6. 根据权利要求 5 所述的有机 EL 显示面板，

所述第一有机功能层的膜厚和所述第二有机功能层的膜厚之差，比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使涂敷在每个所述第一颜色用的电极板上的所述液滴数增加 n 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚大，且比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使所述液滴数增加 $n+1$ 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚小。

7. 根据权利要求 1 至 6 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述第一颜色是蓝色。

8. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述层间绝缘膜的上面形成为：形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第二电极板组的部位高，

所述 TFT 层的与所述第一接触孔的底面对应的部位和与所述第二接触孔的底面对应的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度。

9. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述层间绝缘膜的上面的形成有所述第一电极板组的部位和形成有所述第二电极板组的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度，

所述 TFT 层形成为：与所述第一接触孔的底面对应的部位比与所述第二接触孔的底面对应的部位低。

10. 根据权利要求 1 所述的有机 EL 显示面板，包括：

第三电极板组，其与所述第二电极板组相邻地形成，包括线状排列的多个第三颜色用的电极板；

第四隔壁，其沿着所述第三电极板组的与所述第二电极板组相反侧的长边部分而形成；以及

第三有机功能层，其在所述第三隔壁和所述第四隔壁之间形成在所述第三电极板组的上方，

所述对置电极设在所述第三有机功能层的上方，

在所述层间绝缘膜设有将所述第三颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第三接触孔，

所述第三颜色用的电极板具有沿着所述第三接触孔的形状而凹陷的第三凹部，

所述层间绝缘膜形成：形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第三电极板组的部位厚，

所述第一接触孔比所述第三接触孔深且容积大，

与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第三颜色用的电极板上的区域对应的所述第三有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内，

所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第三有机功能层进入与所述第三接触孔对应的第三凹部中的量多，因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第三凹部以外的所述第三颜色用的电极板上的区域形成的所述第三有机功能层的膜厚薄。

11. 根据权利要求 10 所述的有机 EL 显示面板，

与所述第一颜色用的电极板对应的第一接触孔的上面面积、与所述第二颜色用的电极板对应的第二接触孔的上面面积以及与所述第三颜色用的电极板对应的第三接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内。

12. 根据权利要求 11 所述的有机 EL 显示面板，

所述接触孔的上面面积为从所述层间绝缘膜的所述接触孔的周缘部的最高位置向下 10% 的位置处、或向下 10% 的邻近值的范围内的位置处的所述接触孔的直径所规定的圆的面积。

13. 根据权利要求 10 至 12 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述层间绝缘膜的上面形成：形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第二电极板组的部位和形成有所述第三电极板组的部位高，

所述 TFT 层的与所述第一接触孔的底面对应的部位、与所述第二接触孔的底面对应的部位以及与所述第三接触孔的底面对应的部位形成相同或处于相同的邻近值的范围内的高度。

14. 根据权利要求 10 至 12 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述层间绝缘膜的上面的形成有所述第一电极板组的部位、形成有所述第二电极板组的部位以及形成有所述第三电极板组的部位形成相同或处于相同的邻近值的范围内的高度，

所述 TFT 层形成：与所述第一接触孔的底面对应的部位比与所述第二接触孔的底面对应的部位和与所述第三接触孔的底面对应的部位低。

15. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述第一有机功能层及所述第二有机功能层是电荷注入层或电荷输送层，

在所述第一有机功能层和所述对置电极之间形成第一有机发光层，在所述第二有机功能层和所述对置电极之间形成第二有机发光层。

16. 根据权利要求 10 至 14 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，

所述第一有机功能层、所述第二有机功能层以及所述第三有机功能层是电荷注入层或电荷输送层，

在所述第一有机功能层和所述对置电极之间形成第一有机发光层，在所述第二有机功能层和所述对置电极之间形成第二有机发光层，在所述第三有机功能层和所述对置电极之

间形成第三有机发光层。

17. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，
所述第一有机功能层及所述第二有机功能层是有机发光层。

18. 根据权利要求 10 至 14 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，
所述第一有机功能层、所述第二有机功能层及所述第三有机功能层是有机发光层。

19. 根据权利要求 1 至 18 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，
所述电极板是阳极，所述对置电极是阴极。

20. 根据权利要求 1 至 18 中的任一项所述的有机 EL 显示面板，
所述电极板是阴极，所述对置电极是阳极。

21. 一种显示装置，其具备权利要求 1 至 20 中的任一项所述的有机 EL 显示面板。

22. 一种有机 EL 显示面板的制造方法，包括：

第一工序，准备基板；

第二工序，在所述基板上形成 TFT 层；

第三工序，在所述 TFT 层上形成层间绝缘膜；

第四工序，在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第一颜色用的电极板的第一电极板组，与所述第一电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第二颜色用的电极板的第二电极板组；

第五工序，沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成第一隔壁，在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间形成第二隔壁，沿着所述第二电极板组的另一长边部分而形成第三隔壁；

第六工序，在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间在所述第一电极板组的上方连续地形成第一有机功能层；

第七工序，在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间在所述第二电极板组的上方连续地形成第二有机功能层；和

第八工序，在所述第一有机功能层及所述第二有机功能层的上方设置对置电极，
在所述第三工序中，

所述层间绝缘膜的厚度形成为：形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚，

在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、
和将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔，

所述第一接触孔形成为比所述第二接触孔深且容积大，

在所述第四工序中，

在各个所述第一颜色用的电极板，沿着所述第一接触孔的形状而形成第一凹部，在各
个所述第二颜色用的电极板，沿着所述第二接触孔的形状而形成第二凹部，

在所述第六工序中形成的所述第一有机功能层和在所述第七工序中形成的所述第二
有机功能层中，

与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第
二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值
的范围内，

所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚薄。

23. 根据权利要求 22 所述的有机 EL 显示面板的制造方法,

与所述第一颜色用的电极板对应的接触孔的上面面积和与所述第二颜色用的电极板对应的接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内。

24. 根据权利要求 22 或 23 所述的有机 EL 显示面板的制造方法,

在所述第四工序和所述第五工序之间,设有如下工序:以覆盖与所述第一接触孔对应的所述第一凹部的方式形成第一像素限制层,以覆盖与所述第二接触孔对应的所述第二凹部的方式形成第二像素限制层,

在所述第六工序中,在所述第一像素限制层的上方形成第一有机功能层,

在所述第七工序中,在所述第二像素限制层的上方形成第二有机功能层。

25. 根据权利要求 22 至 24 中的任一项所述的有机 EL 显示面板的制造方法,

在所述第六工序中,对于所述第一有机功能层,通过用喷墨式涂敷方法来涂敷预定体积的液滴,从而在所述第一电极板组的上方连续地形成,

在所述第七工序中,对于所述第二有机功能层,通过用喷墨式涂敷方法来涂敷与所述预定体积相同或处于相同的邻近值的范围内的体积的液滴,从而在所述第二电极板组的上方连续地形成。

26. 根据权利要求 25 所述的有机 EL 显示面板的制造方法,

所述第一有机功能层的膜厚和所述第二有机功能层的膜厚之差,比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使涂敷在每个所述第一颜色用的电极板上的液滴数增加 n 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚的增加量大,且比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使所述液滴数增加 $n+1$ 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚的增加量小。

27. 一种有机 EL 显示面板的制造方法,包括:

第一工序,准备基板;

第二工序,在所述基板上形成 TFT 层;

第三工序,在所述 TFT 层上形成层间绝缘膜;

第四工序,在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第一颜色用的电极板的第一电极板组,与所述第一电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第二颜色用的电极板的第二电极板组,与所述第二电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第三颜色用的电极板的第三电极板组;

第五工序,沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成第一隔壁,在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间形成第二隔壁,在所述第二电极板组的另一长边部分和所述第三电极板组的一个长边部分之间形成第三隔壁,沿着所述第三电极板组的另一长边部分而形成第四隔壁;

第六工序,在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间在所述第一电极板组的上方连续地形成第一有机功能层;

第七工序,在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间在所述第二电极板组的上方连续地形成第二有机功能层;

第八工序,在所述第三隔壁和所述第四隔壁之间在所述第三电极板组的上方连续地形成第三有机功能层;和

第九工序,在所述第一有机功能层、所述第二有机功能层以及所述第三有机功能层的上方形成对置电极,

在所述第三工序中,

所述层间绝缘膜的厚度形成成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度和形成有所述第三电极板组的部位的厚度厚,

在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔以及将所述第三颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第三接触孔,

所述第一接触孔形成成为比所述第二接触孔和所述第三接触孔深且容积大,

在所述第四工序中,

在各个所述第一颜色用的电极板,沿着所述第一接触孔的形状而形成第一凹部,在各个所述第二颜色用的电极板,沿着所述第二接触孔的形状而形成第二凹部,在各个所述第三颜色用的电极板,沿着所述第三接触孔的形状而形成第三凹部,

在所述第六工序、所述第七工序以及所述第八工序中分别形成的所述第一有机功能层、所述第二有机功能层和所述第三有机功能层中,

与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积及与所述第三颜色用的电极板上的区域对应的所述第三有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,

所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量及所述第三有机功能层进入与所述第三接触孔对应的第三凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚及在所述第三凹部以外的所述第三颜色用的电极板上的区域形成的所述第三有机功能层的膜厚薄。

有机 EL 显示面板、显示装置以及有机 EL 显示面板的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及排列有有机电致发光元件（以下称为“有机 EL 元件”）的有机 EL 显示面板、显示装置以及有机 EL 显示面板的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来，作为发光型的显示面板，在小型电子设备、小型显示装置使用有机 EL 显示面板，所述有机 EL 显示面板在基板上沿行列方向排列有多个有机 EL 元件。有机 EL 元件具有在阳极和阴极这一对电极对之间形成了含有有机发光材料的发光层的基本构造。对于有机 EL 元件，当在一对电极对之间施加电压时，伴随着从阳极注入发光层的空穴和从阴极注入发光层的电子的复合而进行发光。该有机 EL 显示面板的各有机 EL 元件进行自发光，因此视觉识别性高。

[0003] 在有机 EL 显示面板中，发光层通常按每个有机 EL 元件而由绝缘材料所形成的隔壁（堤）来区划，通过该隔壁来规定发光层的形成区域。另外，在阳极和发光层之间，根据需要而插入如空穴注入层、空穴输送层、空穴注入兼输送层的中间层。另外，在阴极和发光层之间也根据需要而插入电子注入层、电子输送层或电子注入兼输送层。

[0004] 在全彩显示的有机 EL 显示面板中，这样的有机 EL 元件形成 RGB（红绿蓝）各色的子像素，相邻的 RGB 的子像素配合以形成一个像素。

[0005] 在形成各有机 EL 元件的发光层、中间层的方法中多使用湿法方式，该湿法方式中在基板上形成对相邻的各有机 EL 元件之间进行区划的隔壁，将含有高分子材料和 / 或薄膜形成性良好的低分子材料的墨水通过喷墨方式等进行涂敷。根据该湿法方式，即使在大型面板中也能比较容易地形成中间层、发光层。

[0006] 在湿法方式中的代表性的喷墨方式中，例如，在涂敷对象的基板的上方使喷墨头沿行列方向的任一方向移动，向基板上的由隔壁区划的区域，从喷嘴喷出含有用于形成中间层、发光层等的有机材料和溶剂的溶液（以下称为“墨水”）的液滴来涂敷墨水（参照专利文献 1）。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献 1：日本特开 2003-241683 号公报

发明内容

[0009] 但是，适于提高各有机 EL 元件的发光效率的中间层的膜厚依赖于发光颜色的波长。例如，在顶部发射型的有机 EL 元件中，期望设定光路长度以使从发光层向基板侧发射的光在一旦由基板侧的电极等反射之后，通过发光层而出射的反射光和从发光层直接向上方（与基板相反侧）出射的光相互加强。

[0010] 即，在红色光、绿色光以及蓝色光中，因其波长不同，有机 EL 元件内的最佳光路长度（共振条件）不同，因此在提高发光效率方面，优选在各色子像素中，根据发光颜色的波

长对中间层的膜厚差进行微调节。

[0011] 但是,在实际地以湿法方式形成中间层时,实际上难以按各颜色微调节中间层的膜厚。

[0012] 具体而言,含有中间层的材料的墨水在全部颜色中为共用的,且对各子像素供给的中间层形成用的墨水量是一定的。例如,在以喷墨方式涂敷中间层的墨水时,对形成各颜色的有机 EL 元件的区域喷出的墨水的液滴数是相同的,且从喷嘴喷出的每一滴墨水的体积也是相同的。

[0013] 在此,在喷墨方式的情况下,也考虑通过按子像素的各颜色来改变滴下的墨水液滴数,从而调节中间层的膜厚,但向各子像素供给的墨水量只能以墨水液滴为单位来进行改变,因此,按子像素的各颜色来微调节中间层的膜厚实际上依然很困难。

[0014] 另外,对于发光层,例如,由于用于得到所期望的辉度 (brightness) 和 / 或色度的适当的膜厚按各颜色而不同,所以要求对与不同的颜色对应的发光层之间的膜厚差进行微调节,或者为了与中间层同样地使光路长度与发光颜色的波长相适,要求微调节膜厚差。

[0015] 从以上所述的例子可知,在有机 EL 显示面板中,在以湿法方式形成中间层、发光层时,要求微调节它们的膜厚差。

[0016] 本发明鉴于这样的问题而完成的发明,目的在于在有机 EL 显示面板中,使得能够一边以湿法方式形成中间层或发光层,一边容易地对不同的发光颜色之间的中间层等的膜厚差进行微调节,例如,提高发光效率、发光颜色等。

[0017] 为解决上述课题,本发明的一种方式有机 EL 显示面板为如下构成,具备:TFT 层;层间绝缘膜,其设在所述 TFT 层的上方;第一电极板组,其形成在所述层间绝缘膜上,包括线状排列的多个第一颜色用的电极板;第二电极板组,其在所述层间绝缘膜上与所述第一电极板组相邻地形成,包括线状排列的多个第二颜色用的电极板;第一隔壁,其沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成;第二隔壁,其形成在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间;第三隔壁,其沿着所述第二电极板组的另一长边部分而形成;第一有机功能层,其形成在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间、所述第一电极板组的上方;第二有机功能层,其形成在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间、所述第二电极板组的上方;以及对置电极,其设在所述第一有机功能层和所述第二有机功能层的上方,在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、和将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔,所述第一颜色用的电极板各自具有沿着所述第一接触孔的形状而凹陷的第一凹部,所述第二颜色用的电极板各自具有沿着所述第二接触孔的形状而凹陷的第二凹部,所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚,所述第一接触孔比所述第二接触孔深且容积大,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚薄。

[0018] 本发明的一种方式显示装置具备上述有机 EL 显示面板。

[0019] 本发明的一种方式有机 EL 显示面板的制造方法为如下构成,包括:第一工序,准备基板;第二工序,在所述基板上形成 TFT 层;第三工序,在所述 TFT 层上形成层间绝缘膜;第四工序,在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第一颜色用的电极板的第一电极板组,与所述第一电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第二颜色用的电极板的第二电极板组;第五工序,沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成第一隔壁,在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间形成第二隔壁,沿着所述第二电极板组的另一长边部分而形成第三隔壁;第六工序,在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间在所述第一电极板组的上方连续地形成第一有机功能层;第七工序,在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间在所述第二电极板组的上方连续地形成第二有机功能层;和第八工序,在所述第一有机功能层及所述第二有机功能层的上方设置对置电极,在所述第三工序中,所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚,在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、和将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔,所述第一接触孔形成比所述第二接触孔深且容积大,在所述第四工序中,在各个所述第一颜色用的电极板,沿着所述第一接触孔的形状而形成第一凹部,在各个所述第二颜色用的电极板,沿着所述第二接触孔的形状而形成第二凹部,在所述第六工序中形成的所述第一有机功能层和在所述第七工序中形成的所述第二有机功能层中,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚薄。

[0020] 根据本发明的一种方式有机 EL 显示面板,能够通过使层间绝缘膜的厚度不同来改变第一接触孔和第二接触孔的深度,能够容易地使第一接触孔的容积(体积)比第二接触孔的容积(体积)大。

[0021] 因此,第一凹部的容积比第二凹部的容积大,在通过湿式方式形成有机功能层时,例如,在电极板的上方形成的第一有机功能层和第二有机功能层为相同体积的情况下,能够使进入第一凹部的第一有机功能层的量比进入第二凹部的第二有机功能层的量多。其结果,例如,在第一颜色用的电极板及第二颜色用的电极板的上方形成了相同体积的有机功能层的情况下,能够使与第一颜色用的电极板的第一凹部以外的区域(例如,平坦的区域)对应的第一有机功能层的膜厚(以下简称为第一有机功能层的膜厚)比与第二颜色用的电极板的第二凹部以外的区域对应的第二有机功能层的膜厚(以下简称为第二有机功能层的膜厚)薄。

[0022] 在此,对于第一凹部的容积和第二凹部的容积之差,能够以比喷墨式涂敷方法中从喷嘴排出的每一滴墨水的体积小的单位来进行调节。因此,通过对第一凹部的容积和第二凹部的容积之差进行微调节,能够容易地微调节第一有机功能层的膜厚和第二有机功能层的膜厚之差。

[0023] 因此,易于微调节与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差。其结果,例如,能使有机 EL 元件内的光的共振条件按每种颜色而优化,能够容易地得到发光效率优异的显示面板。

[0024] 为了使有机 EL 元件内的光的共振条件按每种颜色而进行优化,不需要仅是通过有机功能层来使光路长度优化,也可以按每种颜色而对其它层(例如,透明电极层)的膜厚进行调节。

[0025] 在此,为了“将所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚”,可以在形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组的部位,改变层间绝缘膜的上面和下面中至少一方的高度(在后面详细描述)。

[0026] 根据本发明的一种方式有机 EL 显示面板的制造方法,能够制造上述有机 EL 显示面板。

附图说明

[0027] 图 1 是示意表示实施方式的有机 EL 显示面板 100 的结构的剖视图。

[0028] 图 2 是表示显示面板 100 的概略结构的立体图。

[0029] 图 3(a) 是表示显示面板 100 的概略结构的俯视图,图 3(b) 是在图 3(a) 的 A-A' 线剖开而得到的剖视图,图 3(c) 是在图 3(a) 的 B-B' 线剖开而得到的剖视图。

[0030] 图 4 是用于说明显示面板 100 的制造方法的图。

[0031] 图 5 是用于说明形成显示面板 100 的层间绝缘膜的工序的示意图。

[0032] 图 6 是用于说明形成显示面板 100 的隔壁的工序的示意图。

[0033] 图 7 是表示刚在基板上涂敷了中间层形成用的墨水之后以及干燥后的状况的剖面示意图。

[0034] 图 8 是用于说明凹部 15 的容积和空穴输送层 9 的膜厚之间的关系示意图。

[0035] 图 9 是用于说明接触孔 13 的上面面积的图。

[0036] 图 10 是用于说明有机 EL 元件 20 内的光的行进方式的示意图。

[0037] 图 11 是表示实施方式 2 的显示面板的概略结构的剖视图。

[0038] 图 12 是用于说明形成实施方式 2 的带台阶基板 81 的工序的示意图。

[0039] 图 13 是表示实施方式的显示装置 200 的整体结构的图。

[0040] 图 14 是表示使用显示装置 200 的电视系统的一个例子的外观形状。

[0041] 标号说明

[0042] 1 基板

[0043] 2TFT 层

[0044] 3 层间绝缘膜

[0045] 5(5a ~ 5c) 阳极板

[0046] 6 像素限制层

[0047] 7(7a ~ 7c) 空穴注入层

[0048] 8a, 8b, 8c 隔壁

[0049] 9(9a ~ 9c) 空穴输送层

- [0050] 10(10a ~ 10c) 有机发光层
- [0051] 11 阴极层
- [0052] 13(13a ~ 13c) 接触孔
- [0053] 15(15a ~ 15c) 凹部
- [0054] 20a ~ 20c 有机 EL 元件
- [0055] 22SD 电极
- [0056] 23(23a ~ 23c) 凹部
- [0057] 100 有机 EL 显示面板

具体实施方式

[0058] < 发明的方式 >

[0059] 本发明的一种方式有机 EL 显示面板为如下构成,具备:TFT 层;层间绝缘膜,其设在所述 TFT 层的上方;第一电极板组,其形成在所述层间绝缘膜上,包括线状排列的多个第一颜色用的电极板;第二电极板组,其在所述层间绝缘膜上与所述第一电极板组相邻地形成,包括线状排列的多个第二颜色用的电极板;第一隔壁,其沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成;第二隔壁,其形成在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间;第三隔壁,其沿着所述第二电极板组的另一长边部分而形成;第一有机功能层,其形成在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间、所述第一电极板组的上方;第二有机功能层,其形成在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间、所述第二电极板组的上方;以及对置电极,其设在所述第一有机功能层和所述第二有机功能层的上方,在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、和将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔,所述第一颜色用的电极板各自具有沿着所述第一接触孔的形状而凹陷的第一凹部,所述第二颜色用的电极板各自具有沿着所述第二接触孔的形状而凹陷的第二凹部,所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚,所述第一接触孔比所述第二接触孔深且容积大,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚薄。

[0060] 根据本发明的一种方式有机 EL 显示面板,能够通过使层间绝缘膜的厚度不同来改变第一接触孔和第二接触孔的深度,能够容易地使第一接触孔的容积(体积)比第二接触孔的容积(体积)大。

[0061] 因此,第一凹部的容积比第二凹部的容积大,在通过湿法方式形成有机功能层时,例如,在电极板的上方形成的第一有机功能层和第二有机功能层为相同体积的情况下,能够使进入第一凹部的第一有机功能层的量比进入第二凹部的第二有机功能层的量多。其结果,例如,在第一颜色用的电极板及第二颜色用的电极板的上方形成相同体积的有机功能层的情况下,能够使与第一颜色用的电极板的第一凹部以外的区域(例如,平坦的区域、发

光区域等)对应的第一有机功能层的膜厚(以下简称为第一有机功能层的膜厚)比与第二颜色用的电极板的第二凹部以外的区域对应的第二有机功能层的膜厚(以下简称为第二有机功能层的膜厚)薄。

[0062] 在此,对于第一凹部的容积和第二凹部的容积之差,能够以比喷墨式涂敷方法中从喷嘴排出的每一滴墨水的体积小的单位来进行调节。因此,通过对第一凹部的容积和第二凹部的容积之差进行微调节,能够容易地微调节第一有机功能层的膜厚和第二有机功能层的膜厚之差。

[0063] 因此,易于微调节与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差。其结果,例如,能够使有机 EL 元件内的光的共振条件按每种颜色而优化,能够容易地得到发光效率优异的显示面板。

[0064] 为了使有机 EL 元件内的光的共振条件按每种颜色而优化,不需要仅是通过有机功能层来使光路长度优化,也可以按每种颜色而对其它层(例如,透明电极层)的膜厚进行调节。

[0065] 在此,有机 EL 元件内的光的共振条件按每种颜色而优化是指如下状态:例如,在假设以与本方式的有机 EL 显示面板相同的制造条件(有机 EL 元件的尺寸、墨水涂敷量等条件)来使第一接触孔和第二接触孔的容积相同地制造有机 EL 显示面板的情况下,无法兼顾提高第一颜色用和第二颜色用的有机 EL 元件这两者的发光效率,但通过使第一接触孔和第二接触孔的容积不同,能够兼顾提高第一颜色用和第二颜色用的有机 EL 元件这两者的发光效率。

[0066] 在假设使第一接触孔和第二接触孔的容积相同的情况下,作为无法兼顾提高第一颜色用和第二颜色用的有机 EL 元件这两者的发光效率的状态的具体例子为如下等状态:在假设减小本方式的有机 EL 显示面板的第一接触孔的容积而使之与第二接触孔的容积相同的情况下,第一颜色用的有机 EL 元件的发光效率下降,另一方面,在假设增大第二接触孔的容积而使之与第一接触孔的容积相同的情况下,第二颜色用的有机 EL 元件的发光效率下降。

[0067] 此外,对于使有机 EL 元件的发光色按每种颜色而适当化的情况也可以说与上述情况是同样的。对于发光色的适当化,能通过例如提高各发光色的色纯度来进行。

[0068] 也可以将上述第一接触孔的容积改写为第一凹部的容积,将上述第二接触孔的容积改写为第二凹部的容积。

[0069] 在此,为了“将所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚”,可以在形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组的部位,改变层间绝缘膜的上面和下面中至少一方的高度。

[0070] 为了改变层间绝缘膜的上面的高度,例如,可以在层间绝缘膜的上面形成台阶差,使形成有第一电极板组的部位比形成有第二电极板组的部位高。

[0071] 为了改变层间绝缘膜的下面的高度,例如,可以使与 TFT 层的第一电极板组对应的部位比与第二电极板组对应的部位低。

[0072] 本方式例如可以具备与第一电极板组对应的部位比与第二电极板组对应的部位低的基板,在该基板上形成 TFT 层。

[0073] 在此,“与第一颜色用的电极板上的区域对应的第一有机功能层的体积和与各第

二颜色用的电极板上的区域对应的第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内”是意味着,第一有机功能层的体积与第二有机功能层的体积实质相同(在误差范围内),第一有机功能层的体积与第二有机功能层的体积之差在数值上相对于第一有机功能层的体积为 10%以内。

[0074] 在本方式中,可以使第一凹部的容积和第二凹部的容积之差比一滴墨水的体积大(例如,1.5 滴的量)。

[0075] 第一有机功能层的体积与第二有机功能层的体积之差优选小于从在第一凹部堆积的第一有机功能层的体积减去在第二凹部堆积的第二有机功能层的体积所得的体积。

[0076] 在此,“第一凹部以外的第一颜色用的电极板上的区域”是指,例如,在俯视时,第一颜色用的电极板上的区域中的除了形成有第一凹部的区域(有时包括第一凹部周围的区域)之外的平坦区域。具体而言,例如,是俯视时位于发光区域的部分。对于第二颜色用的电极板上的区域也是同样的。

[0077] 在本方式中,上方是指有机功能层等的层叠方向的上方,为从 TFT 层远离的方向。

[0078] 即使在电极板上形成有机功能层以外的层(例如,像素限制层),如果有机功能层以外的层凹陷入凹部,则也可以微调节有机功能层的膜厚。

[0079] 进一步,本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:与所述第一颜色用的电极板对应的第一接触孔的上面面积和与所述第二颜色用的电极板对应的第二接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内。

[0080] 根据本方式,即使在使第一接触孔的上面面积和第二接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内的情况下,也能够通过改变第一接触孔和第二接触孔的深度,使第一接触孔的容积比第二接触孔的容积大。其结果,能够微调节第一有机功能层的膜厚和第二有机功能层的膜厚之差。

[0081] 此外,通过使第一接触孔和第二接触孔的上面面积实质相同,能够使第一凹部和第二凹部的开口面积也实质相同,所涂敷的墨水进入凹部内的容易度也大体相等。

[0082] 上面面积例如可以为在层间绝缘膜的上面开口的接触孔的开口面积,也可以为与有机功能层等的层叠方向垂直的剖面将接触孔的上部剖开的情况下的开口的面积。接触孔的上部例如可以为接触孔的周缘部的最上部和接触孔的深度尺寸的向下 15%的位置之间的任一部分。

[0083] 此外,“相同或处于相同的邻近值的范围内”是指,第一接触孔的上面面积和第二接触孔的上面面积实质相同(在误差范围内),第一接触孔的上面面积和第二接触孔的上面面积之差在数值上相对于第一接触孔的上面面积为 10%以内。

[0084] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述接触孔的上面面积为从所述层间绝缘膜的所述接触孔的周缘部的最高位置向下 10%的位置处、或向下 10%的邻近值的范围内的位置处的所述接触孔的直径所规定的圆的面积。

[0085] 本方式的接触孔的平面形状为圆形,通过从接触孔的周缘部的最高位置向下接触孔深度的 10%左右的位置处的接触孔的直径来规定上面面积。由此,即使在接触孔的周缘部的最高位置及其附近存在形状和/或高度的不匀的情况下,也能减小其影响。10%的邻近值的范围内是误差范围内,例如,可以为 9%以上 11%以下的范围内的值。

[0086] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用如下结构:与所述第一

接触孔对应的所述第一凹部由第一像素限制层覆盖,在所述第一像素限制层的上方形成第一有机功能层,与所述第二接触孔对应的所述第二凹部由第二像素限制层覆盖,在所述第二像素限制层的上方形成第二有机功能层。

[0087] 根据本方式,通过由具有绝缘性的像素限制层来覆盖凹部,能够使凹部和有机功能层电绝缘。由此,能够防止例如在凹部的开口缘上方,有机发光层因局部电流集中而以与凹部周围不同的辉度发光。

[0088] 第一像素限制层和第二像素限制层各自由例如 SiO_2 (氧化硅)膜、或 SiN (氮化硅)膜、 SiON (氮氧化硅)膜等氧化物(包括氮化物)形成。所述 SiO 膜、或 SiN 膜等氧化物与第一有机功能层及第二有机功能层各自的润湿性良好,因此在上述像素限制层上直接涂敷含有有机功能层的墨水的情况下,会良好地进入第一有机功能层的第一凹部、及进入第二有机功能层的第二凹部。

[0089] 因此,为了对与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差进行微调节而是更合适的。

[0090] 进一步,本发明的一种方式有机 EL 显示面板可以采用以下结构:对于所述第一有机功能层,通过用喷墨式涂敷方法来涂敷预定体积的液滴,从而在所述第一电极板组的上方连续地形成,对于所述第二有机功能层,通过用喷墨式涂敷方法来涂敷与所述预定体积相同或处于相同的邻近值的范围内的体积的液滴,从而在所述第二电极板组的上方连续地形成,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内。

[0091] 本方式在有机功能层的形成中通过喷墨式涂敷方法所滴下的液滴的体积在第一有机功能层的形成和第二有机功能层的形成中实质相同(例如,体积差为 10% 以内的误差范围内)。此外,第一有机功能层的体积与第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内(例如,体积差为 10% 以内的误差范围内),在各电极板上的区域滴下的液滴数相同。

[0092] 在此,如上所述,第一接触孔的容积比第二接触孔的容积大,所以能够使与第一颜色用的电极板的第一凹部以外的部分对应的第一有机功能层的膜厚比与第二颜色用的电极板的第二凹部以外的部分对应的第二有机功能层薄。

[0093] 这样,根据本方式,在喷墨式涂敷方法中,能够通过使各颜色的涂敷条件相同来简化制造装置或制造工序,并且能够通过使第一接触孔的容积比第二接触孔的容积大,使第一有机功能层的膜厚比第二有机功能层的膜厚薄。即,能够微调节与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差。

[0094] 以往,在用喷墨式涂敷方法形成有机 EL 发光元件的有机功能层时,按 RGB 等各种颜色而调节喷墨装置的喷射次数(例如,每个子像素的墨水的滴下数),从而调节各有机功能层的膜厚,所以难以进行有机功能层的膜厚的微调节。例如,在与第一颜色用的电极板对应的区域滴下十滴构成有机功能层的有机墨水的液滴的情况下,在将喷射次数变为十一滴时,膜厚约变为 1.1 倍(增加约 10%)。即,在该情况下,喷墨装置无法进行约 10% 以下的膜厚控制。因此,无法微调节与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差。

[0095] 此外,在所述有机功能层为中间层的情况下,在 RGB 等各颜色使用相同材料来印刷。此时,为调节与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差,需要对喷墨装置的 RGB 的各个喷

嘴控制喷射次数,装置变复杂。

[0096] 与之相对,在本方式中,第一有机功能层的体积和第二有机功能层的体积实质相同。而且,能够使接触孔的容积差成为例如墨水的 1.5 滴量等,即使各颜色的喷射次数相同也能微调节有机功能层的膜厚差。即,在本方式中,即使在 RGB 各颜色中形成有机功能层的膜时的喷墨装置的滴下量相同,也能与各发光颜色对应地任意微调节膜厚。

[0097] 此外,来自与各发光颜色对应的喷墨装置的所有喷嘴的液滴的滴下能够在相同的条件进行涂敷,所以不需要喷墨装置的与各发光颜色对应的各喷嘴的控制,能够简化装置的控制。

[0098] 其结果,能够使与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,同时,通过调节所述凹部的体积,来对所述有机功能层的膜厚进行微调节。

[0099] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述第一有机功能层的膜厚和所述第二有机功能层的膜厚之差,比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使涂敷在每个所述第一颜色用的电极板上的所述液滴数增加 n 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚大,且比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使所述液滴数增加 $n+1$ 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚小。

[0100] 在本方式中,能够比从喷墨装置的喷嘴滴下的液滴的最小单位即一个液滴所形成的膜厚小地(例如,液滴的一半量的膜厚)微调节与第一颜色用的电极板的第一凹部以外的部分对应的第一有机功能层的膜厚、和与第二颜色用的电极板的第二凹部以外的部分对应的第二有机功能层的膜厚之差。 n 为 0 以上的整数($n \geq 0$)。

[0101] “通过增加 n 滴液滴数而形成的第一有机功能层的膜厚”可以是 n 滴液滴所产生的第一有机功能层的膜厚的增加量。此外,“通过增加 $n+1$ 滴液滴数而形成的所述第一有机功能层的膜厚”可以是 $n+1$ 滴液滴所产生的第二有机功能层的膜厚的增加量。

[0102] 进一步,本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可采用所述第一颜色是蓝色的结构。

[0103] 在有机 EL 发光元件中,例如,有时采用腔构造:使在电极板侧反射以向对置电极侧出射的光的光路长度与各颜色的光的波长相适,以与从发光层向对置电极侧直接出射的光相互加强的方式使之发生干涉。在有机功能层构成该腔构造的一部分的情况下,优选使与蓝色对应的有机功能层的膜厚变薄。这是因为,在红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的发光颜色中,蓝色光的波长比红色、绿色光的波长短,因此优选缩短光路长度。

[0104] 本方式使所述第一颜色为蓝色。因此,使所述蓝色的所述有机功能层的膜厚比其它颜色的发光颜色的所述有机功能层的膜厚薄。因此,能够实现例如光取出效率优异的多种颜色的有机 EL 发光元件。

[0105] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述层间绝缘膜的上面形成为:形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第二电极板组的部位高,所述 TFT 层的与所述第一接触孔的底面对应的部位和与所述第二接触孔的底面对应的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度。

[0106] 在本方式中,层间绝缘膜的上面为具有台阶差的形状。也即是,设有高低差。其结果,即使在 TFT 层中与第一接触孔和第二接触孔对应的部分的高度相同或处于相同的邻近值的范围内(实质相同),也能够使接触孔的深度不同。因此,能够容易地微调节接触孔的容积差。

[0107] 在此,在 TFT 层形成有用于从 TFT 向电极板供给电力的电极(实施方式的 SD 电极),在该电极上形成有接触孔。而且,电极板的一部分凹入接触孔而成为凹部,通过该凹部的底壁部分与上述电极的上面面接触,使电极板和电极导通。该情况下,TFT 层的与第一(第二)接触孔的底面对应的部位的高度可以为上述电力供给用的电极的上面的高度。

[0108] 在与接触孔的底面对应的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度时,高度实质相同即可,例如,高度的差可以为第一接触孔的深度和第二接触孔的深度之差的 5% 以内。

[0109] 在此,通常,TFT 层的与第一接触孔和第二接触孔的底面对应的部位的高度实质相同,所以本方式能够应对一般的 TFT 层,通用性好。

[0110] 进一步,在本发明的一种方式有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述层间绝缘膜的上面的形成有所述第一电极板组的部位和形成有所述第二电极板组的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度,所述 TFT 层形成为:与所述第一接触孔的底面对应的部位比与所述第二接触孔的底面对应的部位低。

[0111] 在本方式中,在层间绝缘膜的上面,在形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组的部位之间没有高低差,而是在 TFT 层设有高低差。其结果,在层间绝缘膜的上面,即使形成有所述第一电极板组的部位的高度和形成有所述第二电极板组的部位的高度实质相同,也能够使接触孔的深度不同。因此,能够容易地微调节接触孔的容积差。

[0112] 在此,在层间绝缘膜的上面,形成有所述第一电极板组的部位的高度和形成有所述第二电极板组的部位的高度实质相同即可。对于实质相同,例如,与前项同样地,可以为第一接触孔的深度和第二接触孔的深度之差的 5% 以内。

[0113] 在此,在本方式中,在层间绝缘膜的上面,在形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组的部位之间没有高低差,因此具有易于在层间绝缘膜上形成有机 EL 元件的优点。

[0114] 进一步,在本发明的一种方式有机 EL 显示面板可以采用以下结构:包括:第三电极板组,其与所述第二电极板组相邻地形成,包括线状排列的多个第三颜色用的电极板;第四隔壁,其沿着所述第三电极板组的与所述第二电极板组相反侧的长边部分而形成;以及第三有机功能层,其在所述第三隔壁和所述第四隔壁之间形成在所述第三电极板组的上方,所述对置电极设在所述第三有机功能层的上方,在所述层间绝缘膜设有将所述第三颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第三接触孔,所述第三颜色用的电极板具有沿着所述第三接触孔的形状而凹陷的第三凹部,所述层间绝缘膜形成为:形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第三电极板组的部位厚,所述第一接触孔比所述第三接触孔深且容积大,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第三颜色用的电极板上的区域对应的所述第三有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第三有机功能层进入与所述第三接触孔对应的第三凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述

第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第三凹部以外的所述第三颜色用的电极板上的区域形成的所述第三有机功能层的膜厚薄。

[0115] 在本方式中,在与所述第一电极板组和所述第二电极板组对应的有机 EL 发光元件的基础上,还存在与第三电极板组对应的有机 EL 发光元件。即,能够实现通过三种颜色的发光颜色来显示图像的有机 EL 显示面板。而且,通过使所述三种颜色为红、绿、蓝 (RGB),能够实现通用性高的有机 EL 显示面板。

[0116] 在本方式中,在使第三接触孔的容积与第二接触孔不同的情况下,能够使接触孔的容积按 RGB 颜色而不同。在 RGB 的各子像素中,通常,为了提高放射的光的取出效率而采用上述的腔构造。该情况下,优选能够微调节有机功能层的膜厚差,以使得变为与 RGB 各颜色的光的波长对应的最合适的光路长度。

[0117] 根据本方式,接触孔的容积差能够通过层间绝缘膜的膜厚及接触孔的形状(上面积的大小等)而较容易地进行微调节。其结果,能够实现有机功能层的膜厚差的微调节。

[0118] 因此,在用喷墨式涂敷方法形成有机功能层的情况下,能够通过改变与 RGB 各颜色对应而形成的接触孔的体积来微调节用于使各子像素的腔合适的所述有机功能层的膜厚差。

[0119] 特别是,为了与 RGB 各颜色的发光波长对应地使腔合适,例如,可以以 B、G、R 的顺序使接触孔的体积缩小 ($B > G > R$)。这样,能以 B、G、R 的顺序使有机功能层的膜厚增大 ($B < G < R$)。腔中包括有机功能层以外的层,所以可以通过有机功能层以外的层的膜厚来使与 RGB 各颜色对应的有机功能层的膜厚的厚度和上述顺序不同。

[0120] 进一步,本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:与所述第一颜色用的电极板对应的第一接触孔的上面积、与所述第二颜色用的电极板对应的第二接触孔的上面积以及与所述第三颜色用的电极板对应的第三接触孔的上面积相同或处于相同的邻近值的范围内。

[0121] 根据本方式,即使在与各颜色对应的接触孔的上面积相同或处于相同的邻近值的范围内的情况下,也能够通过接触孔的形状来微调节所述有机功能层的膜厚。

[0122] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述接触孔的上面积为从所述层间绝缘膜的所述接触孔的周缘部的最高位置向下 10% 的位置处、或向下 10% 的邻近值的范围内的位置处的所述接触孔的直径所规定的圆的面积。

[0123] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述层间绝缘膜的上面形成为:形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第二电极板组的部位和形成有所述第三电极板组的部位高,所述 TFT 层的与所述第一接触孔的底面对应的部位、与所述第二接触孔的底面对应的部位以及与所述第三接触孔的底面对应的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度。

[0124] 在本方式中,层间绝缘膜的上面为具有台阶差的形状。即,设有高低差。其结果,即使在 TFT 层中与第一接触孔、第二接触孔以及第三接触孔对应的部分的高度实质相同,也能够使接触孔的深度不同。因此,能够容易地微调节接触孔的容积差。

[0125] 在此,通常,TFT 层的与所述第一接触孔、第二接触孔以及第三接触孔的底面对应的部位的高度实质相同,所以本方式能够使用一般的 TFT 层,通用性好。

[0126] 在与接触孔的底面对应的部位形成为互相相同或处于相同的邻近值的范围内的

高度时,所述接触孔的底面所形成的高度实质相同即可。例如,所述高度的差可以为第一接触孔的深度与第二接触孔及第三接触孔中较浅一方的深度之差的 5% 以内。

[0127] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述层间绝缘膜的上面的形成有所述第一电极板组的部位、形成有所述第二电极板组的部位以及形成有所述第三电极板组的部位形成为相同或处于相同的邻近值的范围内的高度,所述 TFT 层形成为:与所述第一接触孔的底面对应的部位比与所述第二接触孔的底面对应的部位和与所述第三接触孔的底面对应的部位低。

[0128] 在本方式中,在 TFT 层设有高低差。其结果,即使在层间绝缘膜的上面,形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组及第三电极板组的部位的高度实质相同,也能够使接触孔的深度不同。因此,能够容易地微调节接触孔的容积差。

[0129] 在此,在本方式中,在层间绝缘膜的上面,在形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组及第三电极板组的部位之间没有高低差,因此具有易于在层间绝缘膜上形成有机 EL 元件的优点。

[0130] 在形成有第一电极板组、第二电极板组、第三电极板组的部位的高度实质相同时,与前项同样地,例如,所述接触孔的底面所形成的高度之差可以是第一接触孔的深度与第二接触孔及第三接触孔中较浅一方的深度之差的 5% 以内。

[0131] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述第一有机功能层及所述第二有机功能层是电荷注入层或电荷输送层,在所述第一有机功能层和所述对置电极之间形成第一有机发光层,在所述第二有机功能层和所述对置电极之间形成第二有机发光层。

[0132] 电荷注入层、电荷输送层等的膜厚形成为比有机发光层薄的情况较多,所以难以微调节膜厚差。因此,能够通过接触孔的容积差来微调节膜厚差的好处很大。

[0133] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述第一有机功能层、所述第二有机功能层以及所述第三有机功能层是电荷注入层或电荷输送层,在所述第一有机功能层和所述对置电极之间形成第一有机发光层,在所述第二有机功能层和所述对置电极之间形成第二有机发光层,在所述第三有机功能层和所述对置电极之间形成第三有机发光层。

[0134] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述第一有机功能层和所述第二有机功能层是有机发光层。

[0135] 根据本方式,通过使第一接触孔的容积比第二接触孔的容积大,能够微调节与各颜色对应的有机发光层的膜厚的差。其结果,能使有机发光层的色度和/或辉度更适当。或者,能够提高光的取出效率。

[0136] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述第一有机功能层、所述第二有机功能层以及所述第三有机功能层是有机发光层。

[0137] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述电极板是阳极,所述对置电极是阴极。

[0138] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板可以采用以下结构:所述电极板是阴极,所述对置电极是阳极。

[0139] 进一步,本发明的一种方式的显示装置具备上述任一方式所记载的有机 EL 显示

面板。

[0140] 根据本方式,能够实现具备上述任一方式所记载的有机 EL 显示面板的显示装置。

[0141] 进一步,本发明的一种方式的有机 EL 显示面板的制造方法为如下构成,包括:第一工序,准备基板;第二工序,在所述基板上形成 TFT 层;第三工序,在所述 TFT 层上形成层间绝缘膜;第四工序,在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第一颜色用的电极板的第一电极板组,与所述第一电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第二颜色用的电极板的第二电极板组;第五工序,沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成第一隔壁,在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间形成第二隔壁,沿着所述第二电极板组的另一长边部分而形成第三隔壁;第六工序,在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间在所述第一电极板组的上方连续地形成第一有机功能层;第七工序,在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间在所述第二电极板组的上方连续地形成第二有机功能层;和第八工序,在所述第一有机功能层及所述第二有机功能层的上方设置对置电极,在所述第三工序中,所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度厚,在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、和将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔,所述第一接触孔形成为比所述第二接触孔深且容积大,在所述第四工序中,在各个所述第一颜色用的电极板,沿着所述第一接触孔的形状而形成第一凹部,在各个所述第二颜色用的电极板,沿着所述第二接触孔的形状而形成第二凹部,在所述第六工序中形成的所述第一有机功能层和在所述第七工序中形成的所述第二有机功能层中,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚薄。

[0142] 根据本方式,能够制造所述本发明的一种方式的有机 EL 显示面板。因此,例如,能够通过使层间绝缘膜的厚度不同来微调节第一接触孔的容积和第二接触孔的容积之差,能够容易地微调节第一有机功能层的膜厚和第二有机功能层的膜厚之差。其结果,例如,能够使有机 EL 元件内的光的共振条件按每种颜色而优化,能够可容易地得到发取出率优异的显示面板。

[0143] 在此,为了“将所述层间绝缘膜形成为:形成有所述第一电极板组的部位比形成有所述第二电极板组的部位厚”,可以在形成有第一电极板组的部位和形成有第二电极板组的部位,改变层间绝缘膜的上面和下面中至少一方的高度。

[0144] 为了改变层间绝缘膜的上面的高度,例如,在第三工序中,可以通过光刻法等层间绝缘膜的上面形成台阶差,使形成有第一电极板组的部位比形成有第二电极板组的部位高。

[0145] 为了改变层间绝缘膜的下面的高度,例如,可以在第一工序和第二工序之间设置如下工序:在基板上形成台阶差,使 TFT 层的与第一电极板组对应的部位比与第二电极板组对应的部位低。为了在基板上形成台阶差,例如,可以在基板上形成具有高低差的绝缘层

等,也可以通过蚀刻等切削基板来在基板自身上形成高低差。进一步,可以在第一工序中,准备在上面形成有台阶差的基板。

[0146] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板的制造方法中可采用以下构成:与所述第一颜色用的电极板对应的接触孔的上面面积和与所述第二颜色用的电极板对应的接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内。

[0147] 根据本方式,即使在使第一接触孔的上面面积和第二接触孔的上面面积相同或处于相同的邻近值的范围内的情况下,也能够通过改变第一接触孔和第二接触孔的深度,使第一接触孔的容积比第二接触孔的容积大。其结果,能够微调节第一有机功能层的膜厚和第二有机功能层的膜厚之差。

[0148] 此外,能够通过使第一接触孔和第二接触孔的上面面积实质相同,使第一凹部和第二凹部的开口面积也实质相同,使含有有机功能层的墨水进入凹部内的容易度也大体相等。

[0149] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板的制造方法中可以采用如下构成:在所述第四工序和所述第五工序之间,设有如下工序:以覆盖与所述第一接触孔对应的所述第一凹部的方式形成第一像素限制层,以覆盖与所述第二接触孔对应的所述第二凹部的方式形成第二像素限制层,在所述第六工序中,在所述第一像素限制层的上方形成第一有机功能层,在所述第七工序中,在所述第二像素限制层的上方形成第二有机功能层。

[0150] 根据本方式,通过由具有绝缘性的像素限制层来覆盖凹部,能够使凹部和有机功能层电绝缘。由此,能够防止例如在凹部的开口缘上方,发光层因局部的电流集中而以与凹部周围不同的辉度发光。

[0151] 此外,第一像素限制层和第二像素限制层各自由例如 SiO_2 (氧化硅) 膜、或 SiN (氮化硅) 膜等的氧化物(包括氮化物)形成,并且,在上述像素限制层上直接涂敷含有有机功能层的墨水的情况下,会良好地进入第一有机功能层的第一凹部、和进入第二有机功能层的第二凹部。

[0152] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板的制造方法中可以采用以下构成:在所述第六工序中,对于所述第一有机功能层,通过用喷墨式涂敷方法来涂敷预定体积的液滴,从而在所述第一电极板组的上方连续地形成,在所述第七工序中,对于所述第二有机功能层,通过用喷墨式涂敷方法来涂敷与所述预定体积相同或处于相同的邻近值的范围内的体积的液滴,从而在所述第二电极板组的上方连续地形成。

[0153] 根据本方式,在喷墨式涂敷方法中,能够通过使各颜色的涂敷条件相同,简化制造装置或制造工序,并且能够通过使第一接触孔的容积比第二接触孔大,使第一有机功能层的膜厚比第二有机功能层薄。即,能够微调节与不同颜色对应的有机功能层的膜厚差。

[0154] 可以采用以下构成:所述第一有机功能层的膜厚和所述第二有机功能层的膜厚之差,比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使涂敷在每个所述第一颜色用的电极板上的液滴数增加 n 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚的增加量大,且比在通过所述喷墨式涂敷方法来涂敷所述预定体积的液滴的情况下、通过使所述液滴数增加 $n+1$ 滴而形成的所述第一有机功能层的膜厚的增加量小。

[0155] 根据本方式,能够比从喷墨装置的喷嘴滴下的液滴的最小单位即一个液滴所形成的膜厚小地微调节第一有机功能层的膜厚和第二有机功能层的膜厚之差。所述第一有机功

能层的膜厚是第一有机功能层中与第一颜色用的电极板的第一凹部以外对应的部分的膜厚。对于第二有机功能层也是同样的。

[0156] 进一步,本发明的一种方式有机 EL 显示面板的制造方法中可以采用如下构成,第一工序,准备基板;第二工序,在所述基板上形成 TFT 层;

[0157] 第三工序,在所述 TFT 层上形成层间绝缘膜;第四工序,在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第一颜色用的电极板的第一电极板组,与所述第一电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第二颜色用的电极板的第二电极板组,与所述第二电极板组相邻地在所述层间绝缘膜上形成线状地排列了多个第三颜色用的电极板的第三电极板组;第五工序,沿着所述第一电极板组的一个长边部分而形成第一隔壁,在所述第一电极板组的另一长边部分和所述第二电极板组的一个长边部分之间形成第二隔壁,在所述第二电极板组的另一长边部分和所述第三电极板组的一个长边部分之间形成第三隔壁,沿着所述第三电极板组的另一长边部分而形成第四隔壁;第六工序,在所述第一隔壁和所述第二隔壁之间在所述第一电极板组的上方连续地形成第一有机功能层;第七工序,在所述第二隔壁和所述第三隔壁之间在所述第二电极板组的上方连续地形成第二有机功能层;第八工序,在所述第三隔壁和所述第四隔壁之间在所述第三电极板组的上方连续地形成第三有机功能层;和第九工序,在所述第一有机功能层、所述第二有机功能层以及所述第三有机功能层的上方形成对置电极,在所述第三工序中,所述层间绝缘膜的厚度形成为:形成有所述第一电极板组的部位的厚度比形成有所述第二电极板组的部位的厚度和形成有所述第三电极板组的部位的厚度厚,在所述层间绝缘膜设有将所述第一颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第一接触孔、将所述第二颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第二接触孔以及将所述第三颜色用的电极板各自与 TFT 层连接的第三接触孔,所述第一接触孔形成为比所述第二接触孔和所述第三接触孔深且容积大,在所述第四工序中,在各个所述第一颜色用的电极板,沿着所述第一接触孔的形状而形成第一凹部,在各个所述第二颜色用的电极板,沿着所述第二接触孔的形状而形成第二凹部,在各个所述第三颜色用的电极板,沿着所述第三接触孔的形状而形成第三凹部,在所述第六工序、所述第七工序以及所述第八工序中分别形成的所述第一有机功能层、所述第二有机功能层和所述第三有机功能层中,与所述第一颜色用的电极板上的区域对应的所述第一有机功能层的体积和与所述第二颜色用的电极板上的区域对应的所述第二有机功能层的体积及与所述第三颜色用的电极板上的区域对应的所述第三有机功能层的体积相同或处于相同的邻近值的范围内,所述第一有机功能层进入与所述第一接触孔对应的第一凹部中的量比所述第二有机功能层进入与所述第二接触孔对应的第二凹部中的量及所述第三有机功能层进入与所述第三接触孔对应的第三凹部中的量多,因而所述第一凹部以外的所述第一颜色用的电极板上的区域中的所述第一有机功能层的膜厚比在所述第二凹部以外的所述第二颜色用的电极板上的区域形成的所述第二有机功能层的膜厚及在所述第三凹部以外的所述第三颜色用的电极板上的区域形成的所述第三有机功能层的膜厚薄。

[0158] 根据本方式,能够实现在与所述第一电极板组和所述第二电极板组对应的有机 EL 发光元件的基础上,还具有与第三电极板组对应的发光颜色即三种颜色的发光颜色的有机 EL 发光元件。而且,通过使所述三种颜色为红、绿、蓝 (RGB),能够实现光取出效率高的有机 EL 显示面板。

[0159] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板中可以采用以下结构:在上述结构中,所述接触孔具有在层间绝缘膜的上面侧开口的上侧开口部和在下面侧开口的下侧开口部,所述电极板在沿着所述接触孔凹陷的凹部中通过所述下侧开口部而与所述 TFT 层电连接。

[0160] 进一步,在本发明的一种方式的有机 EL 显示面板中可以采用以下结构:所述接触孔具有随着从所述上侧开口部靠近所述下侧开口部而连续地缩径的形狀的上段部分、和随着从所述下侧开口部靠近所述上侧开口部而连续地扩径的形狀的下段部分,在上段部分和下段部分之间存在台阶差(或台阶差面)。

[0161] <实施方式 1>

[0162] (显示面板 100 的结构)

[0163] 图 1 是示意表示实施方式 1 的显示面板 100 的重要部分结构的剖视图。图 2 是表示显示面板 100 的重要部分结构的立体图。

[0164] 显示面板 100 是利用有机材料的电致发光现象的有机 EL 显示面板。在显示面板 100 中,像素(pixel)在纵向和横向(X方向和Y方向)上矩阵状地排列,各像素包括相邻的 RGB(红绿蓝)三色子像素。图 2 所示的有机 EL 元件 20a、20b、20c 是顶部发射型有机 EL 元件,有机 EL 元件 20a 对应于第一颜色(蓝色)的子像素,有机 EL 元件 20b 对应于第二颜色(绿色)的子像素,有机 EL 元件 20c 对应于第三颜色(红色)的子像素。

[0165] 在此,在俯视时,将形成有各有机 EL 元件 20 的区域称为“元件形成区域”,将元件形成区域中的对发光有用的区域称为子像素。

[0166] 如图 2 所示,蓝色的有机 EL 元件 20a 在纵向(Y方向)上线状地排列,与之相邻地,绿色的有机 EL 元件 20b 在纵向(Y方向)上线状地排列,进一步,与之相邻地,红色的有机 EL 元件 20c 在纵向(Y方向)上线状地排列。而且,由在横向(X方向)上相邻的三个有机 EL 元件 20a、20b、20c 形成一个像素。

[0167] 图 1 示出将排列的有机 EL 元件 20c 在纵向(Y方向)上剖开而得到的剖面。显示面板 100 具备 TFT 基板,该 TFT 基板包括基板 1 和在基板 1 的主面上层叠形成的 TFT 层 2(薄膜晶体管层)。

[0168] 另外,在显示面板 100 中,在 TFT 基板上依次层叠有层间绝缘膜 3、阳极板 5、像素限制层 6、空穴注入层 7。进一步,在这些层之上,形成隔壁 8、空穴输送层 9、有机发光层 10(以下简称为发光层)以及阴极层 11,从而形成有机 EL 元件 20a、20b、20c。

[0169] 在图 1 中,在 Z 轴方向的最上部,处于剖开面的内侧的隔壁 8 的侧面以涂白的方式表示(图 3 等也是同样的)。另外,在图 2 中,没有示出空穴输送层 9、发光层 10、阴极层 11。

[0170] 基板 1 是成为显示面板 100 的基底部分的基板,由无碱玻璃、钠钙玻璃、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、硅类树脂或氧化铝等绝缘性材料来形成。

[0171] TFT 层 2 包括用于以有源矩阵方式对面板整体的各有机 EL 元件 20a ~ 20c 进行驱动的 TFT(薄膜晶体管)和布线等。进一步,在图 1 中,以双点划线示意地表示 TFT 层 2,代表性地图示出与 TFT 的源电极或漏电极连接的 SD 电极 22。

[0172] 层间绝缘膜 3 由绝缘性优异的有机材料例如聚酰胺、聚酰亚胺、丙烯类树脂材料形成,将基板 1 的上述 TFT 层 2 整体地覆盖。

[0173] 在该层间绝缘膜 3, 按每个有机 EL 元件 20a、20b、20c 而分别形成有沿厚度方向 (Z 方向) 下挖而得到的接触孔 13a、13b、13c (参照图 1、图 3)。接触孔 13 是在层间绝缘膜 3 的上面侧及下面侧这两侧开口的圆形孔。有时将各接触孔 13a、13b、13c 不区分地简记为接触孔 13。接触孔 13 的剖面形状 (与 XY 平面平行的剖面的形状) 除了圆形以外还可采用椭圆形、矩形等形状。

[0174] 该层间绝缘膜 3 的与各颜色的有机 EL 元件 20a、20b、20c 对应的部位的上面高度不同。因此, 各接触孔 13a、13b、13c 的深度也互不相同。

[0175] 在接触孔 13 内, 随着其内部形状而凹入地层叠有阳极板 5、像素限制层 6 以及空穴注入层 7, 其结果, 在空穴注入层 7 形成形状与接触孔 13 相似的凹部 15。在图 2 中, 接触孔 13 隐藏在凹部 15 之下, 所以使用虚线的引出线来对接触孔 13 标以标记 (图 3(a) 也是同样的)。

[0176] 接着, 参照图 3(a) ~ (c) 来详细说明上述显示面板 100 的结构。图 3(a) 是表示显示面板 100 的概略结构的俯视图, 图 3(b) 是在图 3(a) 的 A-A' 线剖开而得到的剖视图, 图 3(c) 是在图 3(a) 的 B-B' 线剖开而得到的剖视图。在图 3 中, 也没有示出空穴输送层 9、发光层 10、阴极层 11。

[0177] 如图 3(b)、图 3(c) 所示, 层间绝缘膜 3 的上面高度在横向 (X 方向) 上台阶状地变化。具体而言, 如图 2 所示, 在层间绝缘膜 3 的上面, 最高的第一面 3a、中间高度的第二面 3b、最低的第三面 3c 在横向 (X 方向) 上重复排列, 该第一面 3a、第二面 3b、第三面 3c 之间由斜面连接。

[0178] 此外, 第一面 3a、第二面 3b、第三面 3c 分别呈在纵向 (Y 方向) 上细长地延伸的带状的平面形状, 上面高度均匀。

[0179] 如图 3(a) 所示, 接触孔 13 与有机 EL 元件 20 同样地呈矩阵状排列。而且, 接触孔 13 在横向 (X 方向) 上接近地排列, 在纵向 (Y 方向) 上以预定间隔而等节距地排列。

[0180] 如图 3(b) 所示, 与各颜色对应的接触孔 13a、13b、13c 的上面面积实质相同 (关于上面面积将在后面详细描述)。另一方面, 三个接触孔 13a、13b、13c 分别在高度不同的第一面 3a、第二面 3b、第三面 3c 开口设置, 深度和容积不同。

[0181] 具体而言, 接触孔 13a 最深, 容积也最大。另一方面, 接触孔 13c 最浅, 容积也最小。并且, 接触孔 13b 为中间深度, 容积也为中间大小。

[0182] 即, 与蓝绿红各颜色对应的接触孔 13a、13b、13c 的容积 (体积) 设定为, 与蓝色对应的接触孔 13a 的容积最大, 与红色对应的接触孔 13c 的容积最小。因此, 在蓝色的元件形成区域形成的凹部 15a 的容积最大, 在红色的元件形成区域形成的凹部 15c 的容积最小。

[0183] 在此, 各接触孔 13a、13b、13c 下侧的开口由 SD 电极 22 的上面覆盖而封闭。即, SD 电极 22 的上面相当于上述“与 TFT 层的接触孔的底面对应的部位”。也可以认为 SD 电极 22 的上面分别形成上述“TFT 基板的第一接触孔、第二接触孔以及第三接触孔的各底面”。

[0184] 在本实施方式中, 与各接触孔 13a、13b、13c 各自对应的 SD 电极 22 的上面的高度实质上互相相同。具体而言, 与各接触孔 13a、13b、13c 对应的 SD 电极 22 的上面的高度的差在第一接触孔 13a 的深度与第三接触孔 13c 的深度之差的 5% 以内。各接触孔的深度被确定为如后面例示的深度 P1 至 P3 (图 9)。

[0185] 阳极板 5 (5a ~ 5c) 是电极板的一个例子, 俯视呈矩形形状。阳极板 5 在层间绝缘

膜 3 上形成于各有机 EL 元件 20 的元件形成区域（子像素区域及接触孔 13 上的区域）。各阳极板 5 尺寸相等，在纵向（Y 方向）和横向（X 方向）上，在与其它阳极板 5 相距预定距离的状态下呈矩阵状排列。

[0186] 在阳极板 5 如图 3(b)、(c) 所示，其一部分沿接触孔 13 的内面凹入，从而形成与接触孔 13 类似形状的凹部 23。而且，阳极板 5 在凹部 23 的底壁部分与 TFT 层 2 的 SD 电极 22 电连接。

[0187] 形成该阳极板 5 的材料优选具有光反射性，可使用例如银 - 钯 - 铜的合金、Ag（银）、银 - 铷 - 金的合金、MoCr（钼和铬的合金）、NiCr（镍和铬的合金）、铝、铝合金等金属材料。此外，也可使用 ITO（氧化铟锡）、IZO（ In_2O_3 -ZnO）、ZnO、InO、SnO 等半导体材料。进一步，可在上述金属材料膜上层叠上述半导体材料而形成阳极板 5。

[0188] 像素限制层 6 是在横向（X 方向）上延伸设置的电绝缘性的膜，覆盖阳极板 5 的纵向（Y 方向）的端部和凹部 23。

[0189] 形成有该像素限制层 6 的部位切断阳极板 5 和阴极层 11 之间的电导通，即使对有机 EL 元件 20 施加驱动电压也不会发光。即，通过像素限制层 6 来在纵向（Y 方向）上限制子像素间的发光。因此，由该像素限制层 6 划分在纵向（Y 方向）上排列的多个子像素。此外，各像素限制层 6 在纵向（Y 方向）上等宽度、等节距地排列，使得多个子像素的尺寸均等。

[0190] 通过由像素限制层 6 覆盖阳极板 5 的上述端部和凹部 23，能够防止发生下述辉度不匀和 / 或阳极板 5 和阴极层 11 之间的短路。具体而言，当发光层 10 的膜厚在阳极板 5 的上述端部和凹部 23 的开口缘上方变薄、电流局部地集中时，辉度局部增大，发生辉度不匀。此外，在阳极板 5 的上述端部和凹部 23 的开口缘上方，当发光层 10 和 / 或其它层发生层断时，有时会在阳极板 5 和阴极层 11 之间发生短路。

[0191] 像素限制层 6 是由二氧化硅（ SiO_2 ）、氮化硅（SiN）、氮氧化硅（SiON）等形成的绝缘性无机膜。其厚度为 100nm ~ 300nm 左右。

[0192] 空穴注入层 7(7a ~ 7c) 通过在阳极板 5 和像素限制层 6 上层叠钼和 / 或钨等的氧化物而形成。

[0193] 此外，在接触孔 13 上的区域，空穴注入层 7 与像素限制层 6 一同凹入阳极板 5 的凹部 23 中，形成与凹部 23 类似形状的凹部 15。与凹部 23 的大小（直径、深度尺寸）相比，像素限制层 6、空穴注入层 7 的膜厚小很多，因此形成于空穴注入层 7 的凹部 15 的容积和形成于阳极板 5 的凹部 23 的容积大体相同。

[0194] 隔壁 8(8a ~ 8c) 由绝缘性有机材料（例如丙烯类树脂、聚酰胺类树脂、酚醛型苯酚树脂等）形成，形成为至少表面具有拨水性。各隔壁 8a、8b、8c 呈在纵向（Y 方向）上较长的线状的形状，以通过在横向（X 方向）上连续排列的有机 EL 元件 20a、20b、20c 彼此之间的方式在横向（X 方向）上等节距地形成。各隔壁 8a、8b、8c 的剖面形状为梯形。各隔壁宽度（X 方向的尺寸）均匀。

[0195] 空穴输送层 9(9a ~ 9c) 是上述有机功能层的一个例子，在由相邻的隔壁 8 彼此夹着的区域，以覆盖空穴注入层 7 的方式形成该空穴输送层。而且，各空穴输送层 9 在像素限制层 6 上部分地进入上述凹部 15。空穴输送层 9 在纵向（Y 方向）上连续地形成。

[0196] 如后所述，凹部 15 的容积根据与各颜色对应的接触孔 13a、13b、13c 的容积的不同

而不同,所以发光区域等的空穴输送层 9 的膜厚不同。

[0197] 在此,在隔壁 8a 和隔壁 8b 之间,形成与蓝色对应的空穴输送层 9a,在隔壁 8b 和隔壁 8c 之间,形成与绿色对应的空穴输送层 9b,在隔壁 8c 和隔壁 8a 之间,形成与红色对应的空穴输送层 9c。

[0198] 此外,发光层 10(10a ~ 10c) 在由相邻的隔壁 8 彼此夹着的区域形成于空穴输送层 9 上。而且,各发光层 10 与各空穴输送层 9 一同部分地进入上述凹部 15。

[0199] 在此,在空穴输送层 9a 的上方形成发出蓝色光的发光层 10a,在空穴输送层 9b 的上方形成发出绿色光的发光层 10b,在空穴输送层 9c 的上方形成发出红色光的发光层 10c。

[0200] 空穴输送层 9 由空穴迁移率优异的材料形成,向发光层 10 输送空穴。作为形成空穴输送层 9 的材料的具体例子,可举出 4,4'-双[N-(萘基)-N-苯基氨基]联苯基(α -NPB 或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-(1,1'-联苯基)-4,4'-二胺(TPD)等三芳基胺类化合物。作为其它实例,有联苯衍生物、蒽衍生物、苯胺衍生物、噻吩衍生物等。

[0201] 阳极板 5、空穴注入层 7、空穴输送层 9 在三种颜色的有机 EL 元件 20a、20b、20c 中使用共同的材料,但是,发光层 10 在三种颜色的有机 EL 元件 20a、20b、20c 中分别由发出蓝色、绿色、红色的光的发光材料形成。

[0202] 作为发光层 10 的材料,可以列举例如由日本特开平 5-163488 号公报所记载的类噁星(oxinoid)化合物、茈化合物、香豆素化合物、氮杂香豆素化合物、噁唑化合物、噁二唑化合物、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、茈化合物、晕苯化合物、喹诺酮化合物及氮杂喹诺酮化合物、吡啶啉衍生物及吡啶啉酮衍生物、若丹明化合物、薹(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、硒杂环己二烯鎓化合物、碲杂环己二烯鎓化合物、芳香族坎利酮化合物、低聚亚苯基化合物、噻吨化合物、蒽化合物、花青昔化合物、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(噁星)金属配合物、稀土类配合物等荧光物质等。

[0203] 阴极层 11 是对置电极的一个例子,形成一并覆盖三种颜色的有机 EL 元件 20a、20b、20c 的发光层 10。阴极层 11 由光透射性的材料例如 ITO、IZO(氧化铟锌)等形成。

[0204] 虽然未图示,但在阴极层 11 上设有封止层。该封止层由例如 SiN(氮化硅)、SiON(氮氧化硅)等光透射性的材料形成。

[0205] 在这样的显示面板 100 中,如上所述,隔壁 8 的节距及隔壁宽度均等,像素限制层 6 的间距和宽度也均等,所以隔壁 8 和像素限制层 6 所包围的子像素的尺寸均等。

[0206] 在本实施方式中,如图 3(a) 所示,在显示面板 100 中,多个蓝色用的阳极板 5a 在纵向(Y 方向)上线状排列而形成第一阳极板组(作为第一电极板组的一个例子)。与该第一阳极板组相邻地,多个绿色用的阳极板 5b 在纵向(Y 方向)上线状排列而形成第二阳极板组(作为第二电极板组的一个例子)。与该第二阳极板组相邻地,多个红色用的阳极板 5c 在纵向(Y 方向)上线状排列而形成第三阳极板组(作为第三电极板组的一个例子)。

[0207] 在此,在图 3(a) 中,各阳极板组的整体形状呈在纵向(Y 方向)上细长的长方形,各阳极板组左右加在一起具有两个长边部分。而且,沿第一阳极板组的一个(左侧)长边

部分形成第一隔壁（隔壁 8a），在第一阳极板组的另一（右侧）长边部分和第二阳极板组的一个（左侧）长边部分之间形成第二隔壁（隔壁 8b），在第二阳极板组的另一（右侧）长边部分和上述第三阳极板组的一个（左侧）长边部分之间形成第三隔壁（隔壁 8c），沿上述第三阳极板组的另一（右侧）长边部分形成第四隔壁（隔壁 8a）。第四隔壁（隔壁 8a）成为相邻的像素的第一隔壁（隔壁 8a）。

[0208] （显示面板 100 的制造方法）

[0209] 首先，参照图 4 对显示面板 100 的制造方法的主要部分说明其一个例子。

[0210] 对生产（制作）TFT 基板的工序进行说明。

[0211] 准备与显示面板 100 的尺寸对应的基板 1。可以准备显示面板 100 的数倍大小的基板，同时进行多个显示面板 100 的制造。

[0212] TFT 层形成工序：

[0213] 在基板 1 上，使用公知的制造方法（例如，日本特开 2003-241683 号公报、日本特开 2008-300611 号公报等的记载内容），来形成包括 TFT 及布线、SD 电极 22 的 TFT 层 2（图 4(a)）。例如，通过溅射法和 / 或 CVD 法（化学气相成膜法）等来形成 TFT、SD 电极 22、布线等。

[0214] 在 TFT 的形成中，形成栅电极、栅极绝缘膜、源极、漏极、沟道层等。SD 电极 22 与源极和漏极中的任一方电连接地形成。对于布线，形成有例如在 Y 方向上延伸设置的多条信号用布线、在 X 方向上延伸设置的多条扫描用布线，并与各 TFT 连接。TFT 可以是栅电极相比源极、漏极等而形成在上方的顶栅型，也可以是栅电极相比源极、漏极等而形成下方的底栅型。

[0215] 对形成层间绝缘膜的工序进行说明。

[0216] 层间绝缘膜形成工序：

[0217] 在上述 TFT 层 2 上涂敷由正型的感光性有机材料形成的抗蚀剂膜 26 之后，在该抗蚀剂膜 26 的位于 SD 电极 22 上的部分形成接触孔 13。

[0218] 通过旋涂法等液层成膜法来涂敷抗蚀剂膜 26，并通过填埋 TFT 层 2 上的凹凸来使其表面平坦化。也可通过浸渍涂法、狭缝涂法、喷涂法、辊涂法、模涂法等液层成膜法来进行涂敷。

[0219] 在形成层间绝缘膜 3 上的台阶差及接触孔 13 时使用光刻法。在层间绝缘膜 3，分别形成有第一面 3a、第二面 3b、第三面 3c（参照图 5）。

[0220] 这是在曝光及显像处理中，分三次分别形成第二面 3b、第三面 3c 及各接触孔 13。例如，在通过最初的曝光及显像处理来形成第二面 3b 之后，通过再次曝光及显像处理来形成第三面 3c，通过最后的曝光及显像处理来形成各接触孔 13。

[0221] 在本实施方式中，层间绝缘膜 3 中，在俯视时，第一面 3a 下的部分相当于形成第一电极板组的部位，第二面 3b 下的部分相当于形成第二电极板组的部位，第三面 3c 下的部分相当于形成第三电极板组的部位。也可以认为第二面 3b 下的部分相当于形成第一电极板组的部位，第三面 3c 下的部分相当于形成第二电极板组的部位。进一步，也可以认为第一面 3a 下的部分相当于形成第一电极板组的部位，第三面 3c 下的部分相当于形成第二电极板组的部位。

[0222] 也可以使用多色调掩模来在一次曝光及显像处理中形成层间绝缘膜 3 上的台阶

差及接触孔 13。对于该方法,使用图 5(a)、图 5(b) 来进行说明。图 5(a)、图 5(b) 是示意表示使用光刻法来形成接触孔 13 的处理的剖视图。

[0223] 在曝光处理中使用的多色调掩模 30 包括使光透射的透光部 31、减弱透射光的半透光部 32、将光遮蔽的遮光部 33。半透光部 32 包括配置比曝光机的解析度充分微细的图案、调节在每单位面积配置的微细图案的数量从而调节透射率的部分和进一步层叠具有预定透射率的膜从而调节了透射率的部分,通过这样的半透光部 32 实现中间曝光。特别是,按 RGB 而使接触孔 13 的容积不同的情况下的多色调掩模 30 优选配置比曝光机的解析度充分微细的图案、调节在每单位面积配置的微细图案的数量从而调节了透射率的部分。

[0224] 为了形成各接触孔 13,各透光部 31a、31b、31c 的开口直径与接触孔 13a、13b、13c 的下侧开口部 35a、35b、35c(基板 1 侧的开口)的直径大体相同。另一方面,半透光部 32b 的外周的轮廓与第二面 3b 大体相同,半透光部 32c 的外周的轮廓与第三面 3c 大体相同。而且,在多色调掩模 30 中,透光部 31 及半透光部 32 以外的部分、例如与第一面 3a 对应的部分成为遮光部 33。

[0225] 透光部 31 的光的透射率高,抗蚀剂膜 26 中的透过透光部 31 的光所照射的部分在显像处理后在抗蚀剂膜 26 的下面侧开口。

[0226] 另一方面,在半透光部 32b、32c 中照射光被削弱,所以透过半透光部 32 的光所照射的部分仅上部感光,在显像处理中除去上部而形成第二面 3b、第三面 3c。半透光部 32 中的形成第二面 3b 的半透光部 32b 的光的透射率比形成第三面 3c 的半透光部 32c 的光的透射率低。其结果,第二面 3b 比第三面 3c 高。

[0227] 通过借助上述多色调掩模 30 进行的曝光,使图 5(a) 中由双点划线 36 示意表示的范围感光,在显像处理中将其溶解除去。透过透光部 31 和半透光部 32 的光通过衍射而扩散,所以在抗蚀剂膜 26 中,比透光部 31 和半透光部 32 宽的部分也或多或少地曝光,接触孔 13 的侧面倾斜。其结果,接触孔 13 成为锥形形状。

[0228] 此外,也可以通过在形成上面为平坦面的绝缘膜(有机材料或无机材料)之后,通过以蚀刻方式将要形成接触孔 13 的部位除去的方法,从而形成接触孔 13。

[0229] 具体说明如下。在绝缘膜上重叠涂敷光致抗蚀剂,在其上重叠与要形成的层间绝缘膜 3 上的台阶面(第二面 3b 或第三面 3c)或接触孔 13 相应的图案掩模。接着,在从图案掩模上进行了感光之后,通过显像处理除去光致抗蚀剂的感光部分(或非感光部分),从而形成抗蚀剂图案。然后,通过例如湿蚀刻来除去在绝缘膜中的抗蚀剂图案的开口部分露出的部分,从而在绝缘膜形成台阶差面或接触孔 13。通过进行三次这样的曝光及显像处理,也可以使绝缘膜图案化,形成层间绝缘膜 3。

[0230] 下面对形成各颜色的有机 EL 元件的工序进行说明。

[0231] 阳极板形成工序:

[0232] 通过溅射法在层间绝缘膜 3 上形成厚度 100 ~ 200nm 左右的金属材料(银、钯及铜的合金)的薄膜,在金属材料膜上形成厚度 90nm 左右的半导体材料(IZO)的薄膜。

[0233] 然后,通过光刻法形成矩阵状排列的俯视为矩形的阳极板 5。具体而言,在半导体材料膜上形成抗蚀剂膜,使用呈矩阵状排列矩形的阳极板形状而形成的掩模图案,使抗蚀剂膜曝光之后,通过 TMAH(四甲基氢氧化氨)溶解除去曝光部分以显像。进一步,通过湿式蚀刻(例如,使用磷酸、硝酸、醋酸的水溶液进行的蚀刻)来除去金属材料膜及半导体材料

膜中的没有被抗蚀剂膜覆盖的格子状部分以形成图案,从而形成矩形的阳极板 5。然后,除去抗蚀剂膜。

[0234] 此时,在接触孔 13 的内面也形成阳极板 5,所以阳极板 5 沿接触孔 13 的内面而凹入,在阳极板 5 形成凹部 23。凹部 23 的底壁部分通过接触孔 13 下侧的开口而与 SD 电极 22 面接触以电连接(图 4(c))。

[0235] 像素限制层形成工序:

[0236] 接着,通过 CVD 法将 SiON 成膜为 100 ~ 300nm 的厚度。然后,使用光刻法,通过用干式蚀刻形成图案,从而形成像素限制层 6(图 4(e))。

[0237] 空穴注入层形成工序:接着,通过用反应性溅射法在阳极板 5 及像素限制层 6 上形成氧化钼和 / 或氧化钨等的氧化金属膜,从而形成空穴注入层 7(图 4(d))。

[0238] 像素限制层 6 及空穴注入层 7 也成为沿着阳极板 5 而部分地凹入凹部 23a、23b、23c 内的形态。其结果,在空穴注入层 7 形成凹部 15a ~ 15c。此外,像素限制层 6 及空穴注入层 7 的子像素中的膜厚和凹部 23 中的膜厚为相同程度。

[0239] 隔壁形成工序:

[0240] 在图 6 中示意示出隔壁形成工序中的 A-A' 剖面。

[0241] 作为隔壁材料,将例如感光性的抗蚀剂材料或者含有氟类或 / 或丙烯类材料的抗蚀剂材料涂敷在层间绝缘膜 3 上,形成抗蚀剂膜 37。通过使用单色调掩模 38 以光刻法来使该抗蚀剂膜 37 形成图案,从而形成隔壁 8a、8b、8c(图 4(f)、图 6(a))。

[0242] 在该隔壁形成工序中,为了付与对在下一工序中涂敷的墨水的拨水性,可以通过丙烯性溶液和 / 或水、有机溶剂等对隔壁 8 的表面进行表面处理或者进行等离子体处理。

[0243] 空穴输送层形成工序:

[0244] 接着,以喷墨方式(喷墨式涂敷方法)形成空穴输送层 9(图 4(g))。

[0245] 即,将作为空穴输送层材料的有机材料和溶剂以预定比率混合来制作空穴输送层用的墨水,将该墨水涂敷在相邻的隔壁 8 之间。即,用公知的喷墨方式,沿作为第一隔壁的隔壁 8a 和作为第二隔壁的隔壁 8b 之间的区域、作为第二隔壁的隔壁 8b 和作为第三隔壁的隔壁 8c 之间的区域、作为第三隔壁的隔壁 8c 和作为第四隔壁的隔壁 8a 之间的区域来涂敷墨水。

[0246] 图 7 是表示刚以喷墨方式在基板上涂敷了空穴输送层形成用的墨水之后的状况的剖面示意图。在图 7 中,省略了空穴注入层 7 的图示。

[0247] 在该图中,各箭头表示从喷墨装置的喷嘴在各元件形成区域向预定的多个部位滴下墨水。也即是,在各元件形成区域滴下的液滴数(例如,8 滴)及在各元件形成区域滴下液滴的多个部位是相同的。由此,涂敷的墨水整体地将空穴注入层 7 之上覆盖,也进入因存在接触孔 13 而形成的凹部 15 中。

[0248] 在此,从喷嘴排出的各墨水液滴的量是一定的,因此对于多个元件形成区域,墨水的涂敷量是均匀的。也即是,在各阳极板 5 上方涂敷的墨水量也相等,其偏差在 5% 以内。

[0249] 作为将形成空穴输送层 9 的墨水填充到堤之间的方法,除上述之外也可使用分配法、喷涂法、印刷法等,无论哪种方法,在各阳极板 5 及空穴注入层 7 上涂敷的墨水的量在全部颜色的子像素皆是同等的。

[0250] 通过使如上所述形成的墨水层干燥而形成空穴输送层 9。

[0251] 发光层形成工序：

[0252] 在空穴输送层 9 上以喷墨方式形成发光层 10。该工序与上述空穴输送层形成工序是同样的，通过将溶解有发光层形成用的有机发光材料的墨水涂敷在相邻的隔壁 8 彼此之间并使其干燥来进行形成，但所使用的有机发光材料根据各发光颜色而不同。

[0253] 在空穴输送层 9 上，例如也可以通过真空蒸镀法来形成由低分子类有机发光材料形成的发光层 10。此外，作为将形成发光层 10 的墨水填充到堤之间的方法，除上述之外还可使用分配法、喷涂法、印刷法等。

[0254] 阴极层形成工序：

[0255] 接着，在发光层 10 的表面上，用溅射法或真空蒸镀法形成 ITO、IZO 等材料的膜。由此形成阴极层 11。进一步，通过在阴极层 11 的表面上用溅射法或真空蒸镀法形成 SiN（氮化硅）、SiON（氮氧化硅）等材料的膜，从而形成封止层。

[0256] 通过以上的工序形成全部的有机 EL 元件 20a ~ 20c，制成显示面板 100。

[0257] （关于接触孔 13 及凹部 15 的容积与空穴输送层 9 的膜厚）

[0258] 在显示面板 100 中，接触孔 13 的容积设定成与蓝色对应的接触孔 13a 的容积最大，与红色对应的接触孔 13c 的容积最小（ $13a > 13b > 13c$ ）。因此，凹部 15 的容积为，在接触孔 13a 上方形成的凹部 15a 的容积最大，在接触孔 13c 上方形成的凹部 15c 的容积最小（ $15a > 15b > 15c$ ）。与各颜色对应的空穴输送层 9a、9b、9c 在各阳极板 5 上方的区域为彼此相同的体积，但进入凹部 15a、15b、15c 的体积（量）不同。

[0259] 其结果，蓝色子像素的空穴输送层 9a 的膜厚（阳极板 5 上的区域中的凹部 15 以外的区域处的膜厚）最薄，绿色子像素的空穴输送层 9b 的膜厚为中间厚度，红色子像素的空穴输送层 9c 的膜厚最厚。

[0260] 这样，通过使各凹部 15a、15b、15c 的容积不同，从而能够微调节各空穴输送层 9a、9b、9c 的膜厚差。因此，在显示面板 100 中，易于按子像素的各颜色来将空穴输送层 9 的膜厚设定为与发光色的波长相应的适当值。

[0261] 下面对在阳极板 5 的上方形成的凹部 15 的容积和空穴输送层 9 的膜厚的关系进行详细考察。像素限制层 6、空穴注入层 7 凹入到形成于阳极板 5 的凹部 23 中，凹部 15 通过沿着凹部 23 的形状凹陷而形成。而且，由于像素限制层 6、空穴注入层 7 通过 CVD 或溅射法来形成，所以凹部 15 的形状成为与凹部 23 非常相似的形状。此外，与凹部 23 的大小（直径及深度）相比，空穴注入层 7 等的膜厚小很多，对凹部 23 容积的影响较小。

[0262] 基于以上情况，将凹部 23 和凹部 15 视为相同也没有特别问题。因此，虽然准确地说是第一凹部、第二凹部、第三凹部分别由凹部 23a、23b、23c 构成，但为简便起见，可以认为凹部 15a、15b、15c 分别构成第一凹部、第二凹部、第三凹部。

[0263] 此外，与阳极板 5 的纵向（Y 方向）的长度相比，在纵向上相邻的阳极板 5 之间的间隙非常小，所以不考虑间隙地进行计算。将子像素的空穴输送层 9 的膜厚简记为空穴输送层 9 的膜厚。

[0264] 在一个元件形成区域，将阳极板 5 上的墨水涂敷区域（在图 3(a) 中以标号 5 表示的区域）的面积设为 S，将空穴输送层用的墨水的溶质浓度设为 N。此外，将在一个墨水涂敷区域涂敷的墨水（图 7 中的斜线区域 C）的涂敷量设为 V0，将在阳极板 5 上形成的凹部 15 的容积设为 V1（将与各颜色对应的凹部 15a、15b、15c 的容积分别设为 V1a、V1b、V1c）。

[0265] 图 8(a)、(b)、(c) 分别为将在墨水涂敷区域涂敷墨水的状态（左侧）和墨水干燥后的状态（右侧）比图 7 大幅简化地表示的示意图。下面，使墨水涂敷区域、凹部 15 等为图 8 所示的简单模式，考察凹部 15 的容积和空穴输送层 9 的膜厚之间的关系。在图 8 中，省略了阳极板 5、像素限制层 6 等的图示。

[0266] (1) 关于有无凹部所引起的空穴输送层 9 的膜厚的不同

[0267] 首先，对凹部 15 的容积和空穴输送层 9 的膜厚之间的关系进行描述。

[0268] 在图 8(a) 中示出假设为不形成凹部 15 的情况下的墨水的干燥前后的状态。在假设阳极板 5 的上面整体为平坦的、没有凹部时，在阳极板 5 的上方涂敷的墨水层的假设高度 H_0 通过用涂敷量 V_0 除以面积 S 而得到。

$$[0269] \quad H_0 = V_0/S \quad \dots (1-1)$$

[0270] 在干燥后形成的空穴输送层 9 的假设膜厚度 h_0 通过对墨水层的假设高度 H_0 乘以溶质浓度 N 来求出。

$$[0271] \quad h_0 = N \cdot H_0$$

$$[0272] \quad = N \cdot V_0/S \quad \dots (1-2)$$

[0273] 另一方面，在图 8(b)、(c) 中示出形成凹部 15 的情况下的墨水的干燥前后的状态。在该图中，区别填充在凹部 15 内的墨水干燥而成的部分和凹部 15 上方的墨水层干燥而成的部分。在后面对此进行说明。

[0274] 在阳极板 5 上方形成有凹部 15（体积 V_1 ）的情况下，所涂敷的墨水的一部分填充到该凹部 15 中。在图 6 中，如斜线区域 D 那样在凹部 15 整体中填充墨水。此外，虽然在所涂敷的墨水的上面有时会或多或少地产生凹凸，但将其视为平坦的而进行估算。

[0275] 于是，子像素的墨水层的高度 H (H_a 、 H_b 、 H_c) 可视为与将墨水剩余量 ($V_0 - V_1$) 涂敷在没有凹部的阳极板上的情况下的高度相同，所述墨水剩余量 ($V_0 - V_1$) 是从墨水的涂敷量 V_0 减去向凹部 15 的填充量 V_1 后得到的。

[0276] 因此，墨水层的高度 H 可通过将墨水残量 ($V_0 - V_1$) 除以面积 S 而由下式得到。

$$[0277] \quad H = (V_0 - V_1)/S \quad \dots (1-3)$$

[0278] 墨水干燥后的空穴输送层 9 的膜厚 h (h_a 、 h_b 、 h_c) 可通过对墨水层的高度 H 乘以中间层用的墨水的溶质浓度 N 来求出。

$$[0279] \quad h = N \cdot H$$

$$[0280] \quad = N(V_0 - V_1)/S \quad \dots (1-4)$$

[0281] 比较图 8 的 (a) 和 (b) 可知：通过在凹部 15 填充墨水，子像素的墨水层的高度 H 变为比假设高度 H_0 （在图 8(b) 中由直线 J 表示）小。其结果，在干燥后，空穴输送层 9 的膜厚 h 变为比假设膜厚 h_0 小。

[0282] 在此，在假设为在阳极板 5 上不形成凹部 15 的情况下，如上所述，空穴输送层 9 的假设膜厚 h_0 是 $N \cdot V_0/S$ 。因此，与假设膜厚 h_0 相比，因存在凹部 15 而使空穴输送层 9 的膜厚 h 减小的量 E 成为下式。

$$[0283] \quad E = h_0 - h$$

$$[0284] \quad = N \cdot V_0/S - N(V_0 - V_1)/S$$

$$[0285] \quad = N \cdot V_1/S \quad \dots (1-5)$$

[0286] 即，空穴输送层 9 的膜厚 h 相对于假设膜厚 h_0 的减少量 E 原则上根据凹部 15 的

容积来确定。因此,如果增大凹部 15 的容积 (V_1),则能够增大空穴输送层 9 的膜厚 h 相对于假设膜厚 h_0 的减少量 E 。

[0287] 而且,各颜色的凹部 15 的容积 V_{1a} 、 V_{1b} 、 V_{1c} 的大小为 $V_{1a} > V_{1b} > V_{1c}$ 。因此,在例如使墨水的涂敷量 V_0 及溶质浓度 N 相同的情况下,蓝色的子像素的空穴输送层 9a 的膜厚最薄,红色的子像素的空穴输送层 9c 的膜厚最厚。

[0288] (2) 关于与各颜色对应的凹部 15 的容积的不同、和空穴输送层 9 的膜厚的差

[0289] 在图 8(b)、(c) 示出墨水层的高度 H_a 、 H_b 和空穴输送层 9a、9b 的膜厚 h_a 、 h_b 。在图 8 中,为了简化而省略了阳极板 5 等的图示,使凹部 15 的剖面形状为矩形。

[0290] 在此,代表性地对与不同颜色对应的凹部 15a、15b 之间的容积的差 $V \Delta 1ab$ 和空穴输送层 9 的膜厚 h_a 、 h_b 的膜厚差 Δh_{ab} 之间关系进行描述。

[0291] 墨水的涂敷量 V_0 及溶质浓度 N 在各颜色的墨水涂敷区域彼此相等。在该情况下,例如,蓝色的子像素的空穴输送层 9a 的膜厚 h_a 和绿色的子像素的空穴输送层 9b 的膜厚 h_b 的膜厚差 Δh_{ab} 由下式得到。

$$[0292] \quad \Delta h_{ab} = h_a - h_b$$

$$[0293] \quad = N(V_0 - V_{1a})/S - N(V_0 - V_{1b})/S$$

$$[0294] \quad = N(V_{1b} - V_{1a})/S$$

$$[0295] \quad = N \cdot V \Delta 1ab/S \quad \dots (2-1)$$

[0296] 即,在各颜色的墨水涂敷区域墨水量 V_0 和溶质浓度 N 相等的情况下,上述膜厚差 Δh_{ab} 原则上与对应于蓝色的凹部 15a 的容积和对应于绿色的凹部 15b 的容积之差 ΔV_{1ab} 成比例。因此,通过调节凹部 15a、15b、15c 之间的容积的差 ΔV_1 (例如, $V_{1a} - V_{1b}$),能够根据其容积的差 ΔV_1 来调节与各颜色对应的空穴输送层 9 的膜厚 h_a 、 h_b 、 h_c 的膜厚差 Δh (例如, $h_a - h_b$)。在此,由于凹部 15a 的容积 V_{1a} 比凹部 15b 的容积 V_{1b} 大,所以在从容积 V_{1b} 减去容积 V_{1a} 时成为负值,这表示膜厚 h_a 比膜厚 h_b 小。

[0297] 使墨水的涂敷量 V_0 和 / 或溶质浓度 N 根据对应颜色而不同,也能以同样的原理来调节膜厚差 Δh 。

[0298] (3) 关于空穴输送层 9 的膜厚差的调节单位

[0299] 各凹部 15 的大小由在层间绝缘膜 3 形成的接触孔 13 的大小来规定,如后述那样可进行微调节。因此,凹部的体积 V_{1a} 、 V_{1b} 、 V_{1c} 能够以比一滴墨水液滴的体积小的单位来进行调节,所以能够微调节对应颜色不同的空穴输送层 9 的膜厚差。

[0300] 首先,作为比较例,对通过按子像素的各颜色而改变涂敷的墨水液滴的滴数的方法来调节了膜厚的情况进行说明。当在各墨水涂敷区域涂敷的墨水的液滴数为 M 滴时,一滴墨水的体积为对墨水的涂敷量 V_0 除以墨水的液滴数 M 所得的值 (V_0/M)。因此,当使在各墨水涂敷区域涂敷的墨水液滴的滴数增加或减少了一滴的情况下 (例如,在比较 M 滴和 $M+1$ 滴的情况下),所形成的中间层的膜厚会增加或减少 $N(V_0/M)/S$,所以只能以 $N(V_0/M)/S$ 为单位来调节膜厚差。

[0301] 接着,根据本实施方式,例如,能以比一滴墨水的体积 (V_0/M) 小的单位 (例如,半滴墨水量的体积 $V_0/2M$) 来调节凹部 15a、15b、15c 之间的容积的差 (例如, $V_{1a} - V_{1b}$)。因此,能够使空穴输送层 9 的膜厚差 Δh 为例如 $N(V_0/2M)/S$,设定为比增加或减少一滴墨水液滴数的情况下的膜厚差小。进一步,也可以将空穴输送层 9 的膜厚差 Δh 设定为例如比增加

或减少 n 滴墨水液滴数的情况下的膜厚差大、且为比增加或减少 $n+1$ 滴液滴数的情况下的膜厚差小。

[0302] 因此,例如,(i) 能够使蓝色子像素的空穴输送层 9a 的膜厚 h_a 与绿色子像素的空穴输送层 9b 的膜厚 h_b 的膜厚差 Δh_{ab} , (ii) 比使在蓝色子像素滴下的墨水的液滴数增加了 n 滴的情况下的空穴输送层 9a 的膜厚 h_a 的增加量大、且比使上述墨水的液滴数增加了 $n+1$ 滴的情况下的空穴输送层 9a 的膜厚 h_a 的增加量小。

[0303] (4) 关于空穴输送层 9 中的进入凹部 15 中的部分

[0304] 如图 8(b)、(c) 所示,凹部 15 内的空穴输送层 9 的膜厚大体上比子像素的空穴输送层 9 的膜厚厚。这主要是填充于凹部 15 的墨水所导致的。

[0305] 在此,在图 7 下侧的图中,进入凹部 15 中的空穴输送层 9 的量(体积) v_3 指由直线 E 和直线 F 夹着的部分的体积。也即是,进入凹部 15 中的空穴输送层 9 的量准确地可以表现为俯视时在与凹部 15 相同的区域形成的空穴输送层 9 的量。

[0306] 然后,回到图 8,进入凹部 15 中的空穴输送层 9 的量(体积) v_3 为在凹部 15 内填充的第一墨水部分 41(体积 V_1) 干燥而成的第一部分 42 的体积 v_1 、和墨水层中的位于凹部 15 上方的第二墨水部分 43(V_2) 干燥而成的第二部分 44 的体积 v_2 之和。

$$[0307] \quad v_3 = v_1 + v_2 \quad \dots (3-1)$$

[0308] 体积 v_1 和体积 v_2 可由下式表示。

$$[0309] \quad v_1 = N \cdot V_1 \quad \dots (3-2)$$

$$[0310] \quad v_2 = N \cdot V_2 \quad \dots (3-3)$$

[0311] 在此,如图 8(b)、(c) 所示,可以认为,成为进入凹部 15 中的空穴输送层 9 中的第二部分 44 的来源于的第二墨水部分 43 仅是根据子像素中墨水层的高度 H 而发生变化,对改变空穴输送层 9 的膜厚 h 的变化是无用的。此外,这点从式 (1-5) 也可明了。

[0312] 因此,有助于进入凹部 15 中的空穴输送层 9 的体积 v_3 中的空穴输送层 9 的膜厚 h 的变化的是第一部分 42 的体积 v_1 。而且,调节凹部 15 的容积 V_1 的结果,能够使第一部分 42 的体积 v_1 变得适当,且使空穴输送层 9 的膜厚 h 为适当的厚度。

[0313] 进一步,通过微调节与各颜色对应的第一墨水部分 41a、41b、41c(省略 41c 的图示)的容积 V_{1a} 、 V_{1b} 、 V_{1c} 的差,能够使第一部分 42 的体积 v_{1a} 、 v_{1b} 、 v_{1c} 的差变得适当,能够微调节各颜色的子像素的空穴输送层 9a、9b、9c 的膜厚差。

[0314] 但是,实际上难以将进入凹部 15 中的空穴输送层 9 区分为第一部分 42 和第二部分 44。因此,根据子像素的空穴输送层 9 的量,来算出与第二部分 44 的体积 v_2 相当的体积相当值 v_2' 。

[0315] 在此,第二墨水部分 43 的高度与子像素的墨水层 45 的高度 H 相同。因此,可以认为,在凹部 15 的上面面积为 S_1 时,在子像素中,空穴输送层 9 的每面积 S_1 (由标号 46 表示的部分)的体积 v_4 相当于第二部分 44 的体积 v_2 ,为体积相当值 v_2' 。

[0316] 于是,上述体积 v_4 可通过对子像素的空穴输送层 9 的厚度 h 乘以面积 S_1 来算出。膜厚 h 可以为例如子像素的空穴输送层 9 的膜厚的平均膜厚。具体而言,例如,可以在多个部位测定子像素的空穴输送层 9 的膜厚,取其平均值。

$$[0317] \quad v_2' = v_4$$

$$[0318] \quad = h \cdot S_1 \quad \dots (3-4)$$

[0319] 由此,能得到第二墨水部分 43 的体积相当值 v_2' ,能算出第一墨水部分 41 的体积相当值 v_1' 。合计体积 v_3 的相当值 v_3' 可以基于例如进入凹部 15 内的空穴输送层 9 的剖面来进行计算。具体而言,例如,在得到含有凹部 15 的中心轴的剖面的情况下,能够将使空穴输送层 9 的剖面形状绕中心轴旋转一周而得到的旋转体的体积设为相当值 v_3' 。

[0320] $v_1' = v_3' - v_2'$

[0321] $= v_3' - h \cdot S_1 \quad \dots (3-5)$

[0322] 理想的是,体积相当值 v_1' 和对凹部 15a 的容积 V_1 乘以溶质浓度 N 所得的体积 v_1 为相同程度的值(例如,±10%的范围内)。

[0323] 凹部 15 的上面面积 S_1 也可以与后述的接触孔 13 的上面面积相同地进行定义。也即是,可以从凹部 15 的周缘部的最高位置向下约 10% 的位置处的凹部 15 的直径所规定的圆的面积。

[0324] 在本实施方式中,[i] 上述第一接触孔(13a)比上述第二接触孔(13b)深,且容积大($V_{1a} > V_{1b}$),[ii]与上述第一颜色用的电极板(5a)上的区域对应的上述第一有机功能层(9a)的体积(例如, $N \cdot V_0$)和与上述第二颜色用的电极板(5b)上的区域对应的上述第二有机功能层(9b)的体积(例如, $N \cdot V_0$)相同或处于相同的邻近值的范围内,[iii]进入与上述第一接触孔对应的第一凹部(15a)中的上述第一有机功能层的量(v_{3a})比进入与上述第二接触孔对应的第二凹部(15b)的上述第二有机功能层的量(v_{3b})大,由此使上述第一凹部以外的上述第一颜色用的电极板上的区域(例如,蓝色的子像素的 9a)中的上述第一有机功能层的膜厚(h_a),比在上述第二凹部以外的上述第二颜色用的电极板上的区域(例如,绿色的子像素的 9b)中形成的上述第二有机功能层的膜厚(h_b)薄。

[0325] 此外,在本实施方式中也可以是:[i]上述第一接触孔(13a)比上述第二接触孔(13b)深,且容积大($V_{1a} > V_{1b}$),[ii]进入第一颜色用的电极板(5a)的第一凹部(15a)中的上述第一有机功能层(9a)的量(v_{3a})和与第一颜色用的电极板的第一凹部以外的部分对应的上述第一有机功能层(例如,蓝色的子像素的 9a)在俯视下每与上述第一凹部相同的范围(上面面积 S_1)中所形成的量(v_{2a})之差($v_{3a} - v_{2a} = v_{1a}$),[iii]比进入第二颜色用的电极板(5b)的第二凹部(15b)中的上述第二有机功能层(9b)的量(v_{3b})和与第二颜色用的电极板的第二凹部以外的部分对应的上述第二有机功能层(例如,绿色的子像素的 9b)在俯视下每与上述第二凹部相同的范围(上面面积 S_1)中所形成的量(v_{2b})之差($v_{3b} - v_{2b} = v_{1b}$)大。

[0326] 可以将上述括号内的体积 v_1 、 v_2 、 v_3 设为上述体积相当值 v_1' 、 v_2' 、 v_3' 。

[0327] 此外,在本实施方式中,蓝色的子像素的空穴输送层 9a 相当于上述第一有机功能层,绿色的子像素的空穴输送层 9b 相当于上述第二有机功能层,红色的子像素的空穴输送层 9c 相当于上述第三有机功能层。

[0328] 在此,也可以认为,蓝色的子像素的空穴输送层 9a 相当于上述第一有机功能层,红色的子像素的空穴输送层 9c 相当于上述第二有机功能层。进一步,也可以认为,绿色的子像素的空穴输送层 9b 相当于上述第一有机功能层,红色的子像素的空穴输送层 9c 相当于上述第二有机功能层。

[0329] (4) 下面加入具体的数值例来考察。

[0330] 例如,在一个子像素中,将阳极板 5 上的墨水涂敷区域(图 3(a) 的标号 5 所表

示的区域)的尺寸设为长 $300\ \mu\text{m}$ 、宽 $70\ \mu\text{m}$ 时,阳极板 5 上的墨水涂敷区域的面积 $S = 21000\ \mu\text{m}^2$ 。

[0331] 此外,在使中间层用的墨水的溶质浓度 N 为 $0.02(2\text{vol}\%)$,由喷墨头排出的每一滴的液滴量为 3pL ,在各子像素的阳极板 5 上各填充 7 滴液滴时,在各墨水涂敷区域填充的墨水的填充量 $V_0 = 21\text{pL}(21000\ \mu\text{m}^3)$ 。

[0332] 在阳极板 5 上没有凹部时,在阳极板 5 上填充的墨水层的假设高度 H_0 为 $V_0/S = 1\ \mu\text{m}(= 1000\text{nm})$,干燥后形成的空穴输送层 9 的膜厚 h_0 由下式得到。

$$[0333] \quad h_0 = N \cdot H_0$$

$$[0334] \quad = 0.02\ \mu\text{m} = 20\text{nm} \quad \dots (4-1)$$

[0335] 在此,与蓝色对应的凹部 15a 呈上面半径比下面半径大的圆锥台形状,高度 T 为 $6\ \mu\text{m}$,上面半径 r_1 为 $18\ \mu\text{m}$,下面半径 r_2 约为 $14.5\ \mu\text{m}$,侧面的倾斜角度为 60° (相对于 XY 平面的倾斜角度)。因此,凹部 15a 的容积 V_{1a} 由下式求出,在 π 为 3.14 时,为 $4994\ \mu\text{m}^3(4.994\text{pL})$ 。

$$[0336] \quad V_1 = \pi \cdot T(r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) / 3 \quad \dots (4-2)$$

[0337] 其结果,蓝色子像素的空穴输送层 9a 的膜厚 h_a 可由下式得到。

$$[0338] \quad h_a = N(V_0 - V_{1a}) / S = 15.2\text{nm} \quad \dots (4-3)$$

[0339] 与绿色对应的凹部 15b 也同样呈上面半径比下面半径大的圆锥台形状,高度为 $4.5\ \mu\text{m}$,上面半径为 $18\ \mu\text{m}$,下面半径约为 $15.4\ \mu\text{m}$,侧面的倾斜角度为 60° (相对于 XY 平面的倾斜角度)。因此,凹部 15b 的容积 V_{1b} 在 π 为 3.14 时为 $3944\ \mu\text{m}^3(3.949\text{pL})$ 。

[0340] 其结果,绿色子像素的空穴输送层 9a 的膜厚 h_b 可由下式得到。

$$[0341] \quad h_b = N(V_0 - V_{1b}) / S = 16.2\text{nm} \quad \dots (4-4)$$

[0342] 与红色对应的凹部 15c 也同样呈上面半径比下面半径大的圆锥台形状,高度为 $3\ \mu\text{m}$,上面半径为 $18\ \mu\text{m}$,下面半径约为 $16.3\ \mu\text{m}$,侧面的倾斜角度为 60° (相对于 XY 平面的倾斜角度)。因此,凹部 15c 的容积 V_{1c} 为 $2773\ \mu\text{m}^3(2.773\text{pL})$ 。其结果,红色子像素的空穴输送层 9c 的膜厚 h_c 可由下式得到。

$$[0343] \quad h_c = N(V_0 - V_{1c}) / S = 17.4\text{nm} \quad \dots (4-5)$$

[0344] 因此,蓝色子像素的空穴输送层 9a 的膜厚 h_a 和绿色子像素的空穴输送层 9b 的膜厚 h_b 的膜厚差 Δh_{ab} 为 1.0nm 。此外,膜厚 h_b 和膜厚 h_c 的膜厚差 Δh_{bc} 约为 1.1nm 。进一步,膜厚 h_a 和膜厚 h_c 的膜厚差 Δh_{ac} 约为 2.1nm 。上述情况下,对于接触孔 13 的容积差 ΔV_1 , ΔV_{1ab} (蓝色和绿色) 及 ΔV_{1bc} (绿色和红色) 为 $1045\ \mu\text{m}^3$ (约 1pL) 左右, ΔV_{1ac} (蓝色和红色) 为 $2221\ \mu\text{m}^3$ (约 2pL) 左右。

[0345] 这样,能在各颜色的子像素之间以微小单位 (例如, 1nm 以下) 来调节空穴输送层 9 的膜厚差。

[0346] 另一方面,在比较例中,当使在每一个子像素填充的墨水液滴的滴数增加或减少了一滴的情况下,所形成的中间层的膜厚增加或减少约 2.9nm ,所以仅能以约 2.9nm 为单位来调节膜厚。根据从喷墨装置排出的一滴墨水的体积和墨水涂敷区域的面积,上述 2.9nm 的大小会发生变化。

[0347] 如上所述,根据本实施方式的显示面板 100 的制法,通过比墨水液滴的体积更精细地对形成于各颜色子像素的凹部 15a、15b、15c 的体积进行微调节,从而能够比较容易地

微调节各颜色子像素的空穴输送层 9 的膜厚差。其结果,容易按子像素的各颜色而将空穴输送层 9 的膜厚设定为与发光色的波长相应的适当值,以高效地取出光。

[0348] 虽然在上述计算例中,使接触孔 13 侧面的倾斜(锥形角度)为 60 度,但不限于 60 度,可以为任意的倾斜角度。进一步,虽然将接触孔 13 设为连续地变窄的形状,但可以为任意形状。

[0349] 此外,上述膜厚差 Δh 不限于 1nm、2nm,例如,可以根据条件设为小于 1nm、或 3nm 以上。此外,接触孔 13 的上面半径也不限于 $18\mu\text{m}$,也可以设为例如 $20\mu\text{m}$ 以上等任意的值。

[0350] 这里,为了不会对隔壁 8 的高度和形状产生影响,优选接触孔 13 的上侧开口部在俯视时与形成隔壁 8 的区域远离地形成。

[0351] 优选对应颜色不同的接触孔 13 的容积差 $\Delta V1$ 比接触孔 13a 的容积的误差大。例如,在接触孔 13a 的容积为 $5000\mu\text{m}^3$,误差为 10%的情况下,例如,优选容积差 $\Delta V1ab$ 超过 $500\mu\text{m}^3$ 。

[0352] (关于上面面积)

[0353] 在此,对接触孔 13 的上面面积进行说明。

[0354] 在本实施方式中,与各颜色对应的接触孔 13a、13b、13c 的上面面积实质相同。此外,接触孔 13 的上面面积为从接触孔 13 的周缘部的最高位置向下约 10%的位置处的接触孔 13 的直径所规定的圆的面积。

[0355] 图 9(a)、(b)、(c) 分别是示意表示接触孔 13 的剖面的图(代表性地示出接触孔 13b 的剖面)。各图中的接触孔 13 的形状在周缘部不同。对在该情况下如何如何规定接触孔 13 的直径进行说明。

[0356] 首先,对“接触孔 13 的周缘部的最高位置”和“接触孔 13 的深度”进行说明。

[0357] 在图 9(a) 中,接触孔 13 的周缘部的最高位置为与层间绝缘膜 3 的上面 50 相同的高度(直线 01)。在该情况下,接触孔 13 的深度 P1 为上面 50 和接触孔 13 的底面(SD 电极 22 的上面)之间的垂直距离。垂直距离是层叠方向(Z 方向)上的距离。

[0358] 在图 9(b) 中,接触孔 13 的开口缘为弯曲部 51。在这样的情况下,认为弯曲部 51 构成接触孔 13 的周缘部,为弯曲部 51 的最高位置即层间绝缘膜 3 的上面 50 的高度位置。该情况下的接触孔 13 的深度 P2 与图 9(a) 是同样的。

[0359] 在图 9(c) 中,与接触孔 13 相邻地形成隆起部 52。如图所示,在隆起部 52 的侧面 53 视为接触孔 13 的侧面的一部分的情况下,隆起部 52 的顶部 54 的位置相当于该接触孔 13 的周缘部的最高位置。该情况下,接触孔 13 的深度 P3 成为从隆起部 52 的顶部 54 到接触孔 13 的底面的垂直距离。

[0360] 但是,在本实施方式中,与各颜色对应的接触孔 13a、13b、13c 的深度不同。在这样的情况下,将三个接触孔 13a、13b、13c 的深度的平均值 P_{Ave} 用作接触孔 13 的深度。

[0361] 接着,对“从接触孔 13 的周缘部的最高位置向下约 10%的位置”和“接触孔 13 的直径”进行说明。

[0362] 从最高位置向下约 10%的位置为从最高位置向下深度的平均值 P_{Ave} 的约 10%后的位置。约 10%包括 $\pm 1\%$ 的误差范围,为 9%以上且 11%以下的范围内的任一值。

[0363] 在图 9(a)、(b)、(c) 中,分别用直线 Q1、Q2、Q3 表示从接触孔 13 的周缘部的最高

位置 01、02、03 向下深度的平均值 P_{Ave} 的 10% 后的位置。

[0364] 而且,在各图的剖面中,直线 Q1、Q2、Q3 各自与接触孔 13 的侧面的两个交点的距离分别为接触孔 13 的直径 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 3$ 。其结果,接触孔 13 的上面面积为例如直径 $\phi 1$ 的圆的面积。

[0365] (关于光路长度)

[0366] 图 10 是示意表示有机 EL 元件 20 内的光的光路的剖视图。在该图中,示出从发光层 10 向阴极层 11 侧直接出射的直射光 61 和在阳极板 5 侧反射后出射的反射光 62。在该图中,将阳极板 5 分为金属层 63 和透明电极层 64 (IZO) 进行表示。该情况下,阳极板 5 的反射面由透明电极层 64 侧的金属层 63 的主面构成。

[0367] 在图 10 中,例如,能够使有机 EL 元件 20 内的光的共振条件相对于空穴输送层 9、空穴注入层 7 及透明电极层 64 的光路长度进行最优化。将这样的构造称为腔 (cavity) 或腔构造。

[0368] 在本实施方式中,可以仅通过空穴输送层 9 的膜厚来调节光路差,除了空穴输送层 9 之外,也可以通过调节空穴注入层 7、透明电极层 64 等的膜厚来调节光路差。

[0369] 简单地对确定接触孔的容积差的方法进行描述。例如,制造有机 EL 显示面板的样品,为使光的共振条件按各颜色而最佳化,确定使各颜色的有机功能层的膜厚差如何变化,或者在维持有机功能层的膜厚差的同时使膜厚整体地变化。而且,在与样品相同的制造条件 (墨水的涂敷条件) 的基础上,改变接触孔的容积而制造有机 EL 显示面板。这样,有机 EL 元件内的光的共振条件最优化,能得到发光效率高的有机 EL 显示面板。

[0370] < 变形例 >

[0371] 虽然在上述实施方式 1 中,通过改变与各颜色对应的接触孔 13 的容积,来微调节空穴输送层 9 的膜厚差,但也可以微调节作为有机功能层的一个例子的发光层 10 的膜厚差。

[0372] 在本变形例中,根据各接触孔 13a、13b、13c 等的容积差,产生各颜色的子像素的发光层 10a、10b、10c 的膜厚差。其结果,易于在各颜色的发光层 10 得到适当的辉度和色度。或者,使有机 EL 元件 20 内的光的共振条件最优化,提高光的取出率。也可以在使涂覆于各颜色的子像素的含有有机发光材料的墨水的液滴数不同的基础上,进一步通过接触孔 13 的容积差来微调节膜厚差。

[0373] 在本变形例中,可以通过蒸镀法、溅射法来形成空穴输送层。此外,可以通过上述喷墨法等来形成空穴输送层,也可以省略。

[0374] 通过喷墨方式形成空穴注入层,可以对其膜厚差进行微调节。该情况下,作为空穴注入层的材料,可以使用 PEDOT-PSS、芳香族胺类高分子材料、聚苯撑乙烯等有机材料。

[0375] < 实施方式 2 >

[0376] 在上述实施方式中,通过在层间绝缘膜 3 的上面形成台阶差而使接触孔 13 的深度不同。与此相对,使层间绝缘膜的上面平坦,通过改变基板的形成有与各颜色对应的接触孔的部位的上面高度,也能够改变层间绝缘膜的膜厚差从而改变接触孔的深度。

[0377] 图 11 是示意表示本实施方式的显示面板 80 的剖视图。图 11 示出与图 3(a) 的 A-A' 剖面相当的剖面。省略了发光层、阴极层等的图示。

[0378] 在本实施方式中,基本上采用上述实施方式 1 的图 3(a)、(c) 所示的构造,基板、层

间绝缘膜的剖面形状采用与上述实施方式 1 不同的形状。对于凹部 15, 使用与上述实施方式 1 相同的标号。

[0379] 在本实施方式的带台阶基板 81 形成有台阶状的台阶差。带台阶基板 81 是在平坦基板 82 层叠台阶差形成部 83 而形成的。

[0380] 在带台阶基板 81 上形成有 TFT 层 84(以双点划线示意性表示), 示意性示出 TFT 层 84 所包含的各 TFT 的 SD 电极 85。

[0381] 在 TFT 层 84 上形成有层间绝缘膜 86。在层间绝缘膜 86, 在各 SD 电极 85 上的部位形成有上面面积实质相同的接触孔 87。层间绝缘膜 86 的上面 86a 除了形成有接触孔 87 的部分之外为平坦面。

[0382] 在层间绝缘膜 86 上形成有分别与蓝绿红对应的有机 EL 元件 90a、90b、90c。在各有机 EL 元件 90 中, 将阳极板 91、像素限制层 92、空穴注入层 93 及空穴输送层 94 按该顺序层叠地形成。此外, 在 X 方向上相邻的有机 EL 元件 90 由隔壁 95 划分。

[0383] 构成带台阶基板 81 的下部的平坦基板 82 可以为与上述实施方式的基板 1 相同的基板。

[0384] 构成带台阶基板 81 的上部的台阶差形成部 83 使底面(平坦基板 82 侧的主面)平坦, 另一方面, 使上表面为台阶状。此外, 台阶差形成部 83 在 Y 方向上膜厚均匀, 另一方面, 在 X 方向上膜厚呈台阶状地变化。

[0385] 而且, 台阶差形成部 83 的上面包括作为最低的面的第一面 83a、中间高度的第二面 83b、作为最高的面的第三面 83c, 这三个面之间为斜面。此外, 第一面 83a、第二面 83b 及第三面 83c(以下简记为第一面 83a 等)与平坦基板 82 的主面平行, 成为在 Y 方向上延伸的带状的平面形状。

[0386] 进一步, 第一面 83a 等各自与各颜色的有机 EL 元件 90 对应。在第一面 83a 形成与蓝色对应的有机 EL 元件 90a 用的 SD 电极 85a, 在第二面 83b 形成与绿色对应的有机 EL 元件 90b 用的 SD 电极 85b, 在第三面 83c 形成与红色对应的有机 EL 元件 90c 用的 SD 电极 85c。

[0387] 其结果, 各 SD 电极 85 的上面的高度位置为: SD 电极 85a 最低, SD 电极 85b 为中间高度, SD 电极 85c 最高。

[0388] 因此, 在 SD 电极 85 上形成的接触孔 87 的深度为: 在 SD 电极 85a 上形成的接触孔 87a 最深, 在 SD 电极 85b 上形成的接触孔 87b 为中间深度, 在 SD 电极 85c 上形成的接触孔 87c 最浅。

[0389] 各接触孔 87a、87b、87c 的上面面积实质上相同, 所以各接触孔 87 的深度越大则容积越大。

[0390] 而且, 通过微调节与各颜色对应的接触孔 87a、87b、87c 间的容积差, 与上述实施方式 1 同样地, 能够对通过喷墨方式形成的空穴输送层 94 的膜厚差进行微调节, 能够实现适于各颜色的光的波长的膜厚差。

[0391] 在本实施方式中, 上述“与 TFT 基板的第一接触孔、第二接触孔以及第三接触孔各自的底面对应的部位”是 SD 电极 85a、85b、85c 的上方, 相当于上述层间绝缘膜的底部。此外, 也可以认为 SD 电极 85a、85b、85c 的上面分别形成上述“TFT 基板的第一接触孔、第二接触孔以及第三接触孔各自的底面”。

[0392] (显示面板的制造方法)

[0393] 首先,准备例如玻璃制的平坦基板 82。

[0394] 台阶差面形成工序:

[0395] 图 12(a)、(b)、(c) 是示意表示台阶差面形成工序的剖视图。

[0396] 在平坦基板 82 上通过例如 CVD 法来形成无机绝缘膜 96(氧化硅、氮化硅等)(图 12(a))。

[0397] 通过光刻法,蚀刻无机绝缘膜 96 的上部,形成台阶状的台阶差(图 12(b)、(c))。

[0398] 具体而言,在无机绝缘膜 96 上形成感光性的第一抗蚀剂膜之后,通过曝光、显像处理,使第一抗蚀剂膜中的覆盖形成第一面 83a、第二面 83b 的区域的部分开口。而且,将无机绝缘膜 96 中的从第一抗蚀剂膜露出的部分蚀刻(例如,湿式蚀刻)到第二面 83b 的深度。通过该处理,无机绝缘膜 96 中的形成第一面 83a 及第二面 83b 的区域的高度变为比第三面 83c 低(图 12(b))。此外,通过该处理,形成第二面 83b。

[0399] 接着,在一旦除去了第一抗蚀剂膜之后,再度新形成第二抗蚀剂膜,通过曝光、显像处理,使第二抗蚀剂膜中的覆盖形成第一面 83a 的区域的部分开口。而且,将无机绝缘膜 96 中的从第一抗蚀剂膜露出的部分蚀刻(例如,湿式蚀刻)到第一面 83a 的深度。通过该处理,形成第一面 83a(图 12(c))。

[0400] 通过以上的处理来形成台阶差形成部 83,制作带台阶基板 81。

[0401] 可以在平坦基板 82 上不形成无机绝缘膜 96 而对平坦基板 82 进行蚀刻,从而在平坦基板 82 上形成台阶差。

[0402] 可以使无机绝缘膜 96 为由感光性树脂材料形成的绝缘膜。

[0403] 该情况下,例如,能够如上述实施方式 1 的层间绝缘膜形成工序那样,通过光刻法,使用多色调掩模使绝缘膜曝光之后,通过显像处理来除去绝缘膜的感光部分(或非感光部分)以形成台阶差面。

[0404] 在此,在多色调掩模中,例如,透光部对应于形成第一面 83a 的区域,半透光部对应于形成第二面 83b 的区域,遮光部对应于形成第三面 83c 的区域。

[0405] TFT 层形成工序:

[0406] 在台阶差形成部 83 上,通过公知的制造方法(例如,日本特开 2003-241683、日本特开 2008-300611 的记载),形成包括 TFT 及布线、SD 电极 22 的 TFT 层 84(图 4(a))。TFT 可以是无机 TFT,也可以是有机 TFT。

[0407] 在台阶差形成部 83 由树脂材料形成的情况下,优选形成有机 TFT。

[0408] 层间绝缘膜形成工序:

[0409] 在上述 TFT 层 84 上涂敷由正型感光性有机材料形成的抗蚀剂膜之后,在该抗蚀剂膜的位于 SD 电极 22 上的部分形成接触孔 90。

[0410] 抗蚀剂膜通过旋涂法等液层成膜法来涂敷,通过填埋 TFT 层 84 上的凹凸来使表面平坦化。

[0411] 在接触孔 13 的形成时使用光刻法。例如,使用单色调掩模来使抗蚀剂膜的形成各接触孔 90 的预定区域曝光。然后,通过显像处理,除去感光部分,从而形成贯通抗蚀剂膜的接触孔 90。而且,在抗蚀剂膜形成接触孔 90 的部分成为层间绝缘膜 86。

[0412] 此后的处理与上述实施方式 1 相同,因此省略说明。

[0413] 在本实施方式中,层间绝缘膜 86 的上面是平坦的,形成各颜色的阳极板 91 的区域的高度均匀。因此,能够容易地形成阳极板 91、像素限制层 92、空穴注入层 93 等。

[0414] 在本实施方式中,层间绝缘膜 86 的上面中,(i)在第一面 83a 上形成的部分(形成阳极板 91a 的部分)相当于上述“形成第一电极板组的部位”,(ii)在第二面 83b 上形成的部分(形成阳极板 91b 的部分)相当于上述“形成第二电极板组的部位”,(iii)在第三面 83c 上形成的部分(形成阳极板 91c 的部分)相当于上述“形成第三电极板组的部位”。

[0415] 也可以认为,在第二面 83b 上形成的部分相当于形成第一电极板组的部位,在第三面 83c 上形成的部分相当于形成第二电极板组的部位。进一步,也可以认为,在第一面 83a 上形成的部分相当于形成第一电极板组的部位,在第三面 83c 上形成的部分相当于形成第二电极板组的部位。

[0416] 此外,在本实施方式中,层间绝缘膜 86 的上面中,形成各阳极板 91a、b、c 的部分的高度互相之间实质上相同(除了形成接触孔的部分)。具体而言,层间绝缘膜 86 的上面中,形成阳极板 91a 的部分的高度和形成阳极板 91c 的部分的高度之差在第一接触孔 87a 的深度和第三接触孔 87c 的深度之差的 5%以内。各接触孔的深度被确定为如图 9 中例示的深度 P1 至 P3。

[0417] [其它]

[0418] 1. 显示装置的结构例

[0419] 图 13 是表示使用上述显示面板 100 的显示装置 200 的结构图。

[0420] 图 14 表示使用显示装置 200 的电视系统的一个例子的外观形状。

[0421] 显示装置 200 包括有机 EL 显示面板 100 和与之连接的驱动控制部 120。驱动控制部 120 包括四个驱动电路 121 ~ 124 和控制电路 125。从省略图示的电源供给部向驱动控制部 120 供给电力。

[0422] 上述 TFT 层 2 具备与矩阵状排列的有机 EL 元件 20 的各列对应的信号线用布线和与各行对应的扫描线用布线。信号线用布线在 Y 方向上延伸设置,与驱动电路 121 和驱动电路 122 的至少一方连接,并且与各列的有机 EL 元件 20 所对应的 TFT 连接。此外,扫描线用布线在 X 方向上延伸设置,与驱动电路 123 和驱动电路 124 的至少一方连接,并且与各行的有机 EL 元件 20 所对应的 TFT 连接。

[0423] 2. 在上述实施方式及变形例 1、2 中,为了便于理解地说明本发明的结构及作用、效果,而采用作为一个例子的各结构,本发明除了本质部分之外不限于上述方式。例如,在上述实施方式中,如图 1 所示,虽然采用相对于发光层 10 而在其 Z 轴方向下侧配置阳极板 5 的结构来作为一个例子,但本发明不限于此,也可以采用相对于有机发光层 10 在其 Z 轴方向下侧配置阴极的结构。

[0424] 3. 在上述实施方式及变形例中,可以采用使阳极板 5 为反射金属、阴极层 11 为透明或半透明金属的顶部发射构造,也可以采用使阳极板 5 为透明或半透明金属、阴极层 11 为反射金属的底部发射构造。

[0425] 4. 虽然在上述实施方式及变形例 1 ~ 5 中,以基板上具有 TFT 层 2 的有源矩阵驱动为前提进行了说明,但本申请也可以适用于无源矩阵驱动。该情况下,可以不需要 TFT 层而通过用于驱动有机发光层的驱动布线来向有机发光层供给电流。

[0426] 5. 虽然在上述实施方式及变形例中,像素限制层 6 形成于阳极板 5 和空穴注入层

7 之间,但也可以在空穴注入层 7 上形成像素限制层 6。

[0427] 6. 虽然在上述实施方式中,示出了在阳极板 5 的上方以湿法方式形成空穴输送层来作为有机功能层的例子,但在以湿法方式形成空穴注入层、空穴注入兼输送层来作为有机功能层的情况下也能够同样地微调节该有机功能层的膜厚,高效地发出各发光色的光。

[0428] 7. 在上述实施方式及变形例中,在以喷墨方式涂敷空穴输送层 9 及发光层 10 这两者的情况下,可以通过空穴输送层 9 及发光层 10 这两个层来进行互不相同的颜色的子像素间的膜厚差的调节。

[0429] 产业上的可利用性

[0430] 本发明的有机 EL 显示面板能够作为便携电话、电视机等电子设备的显示器来使用。

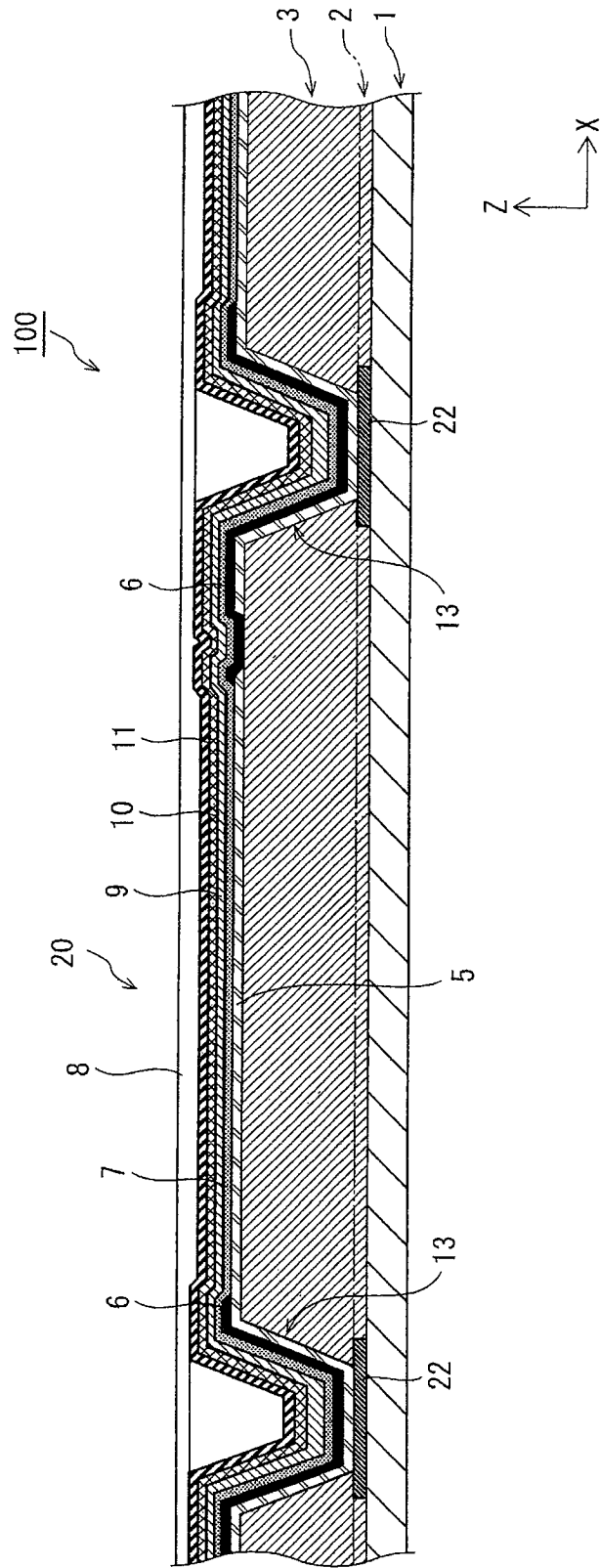


图 1

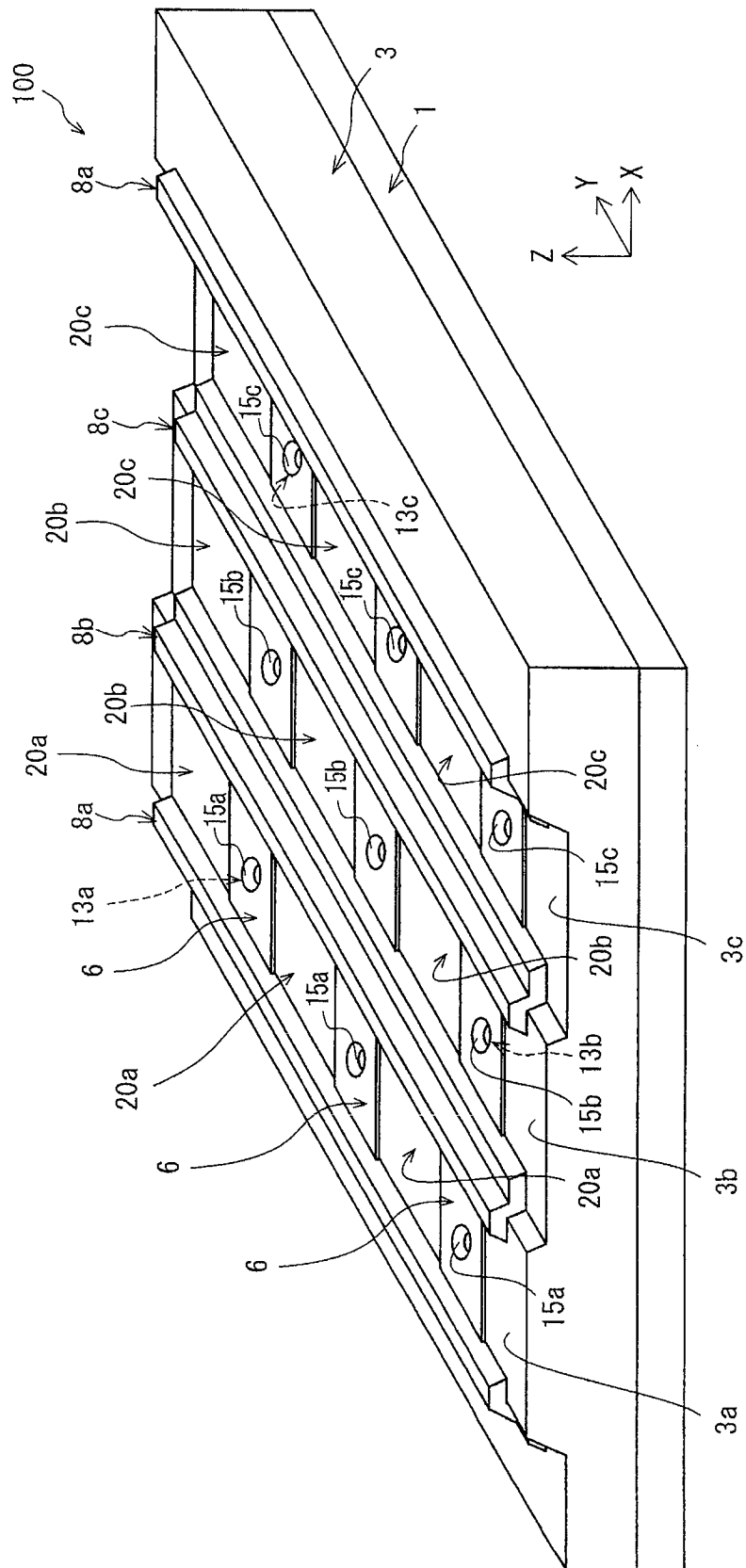


图 2

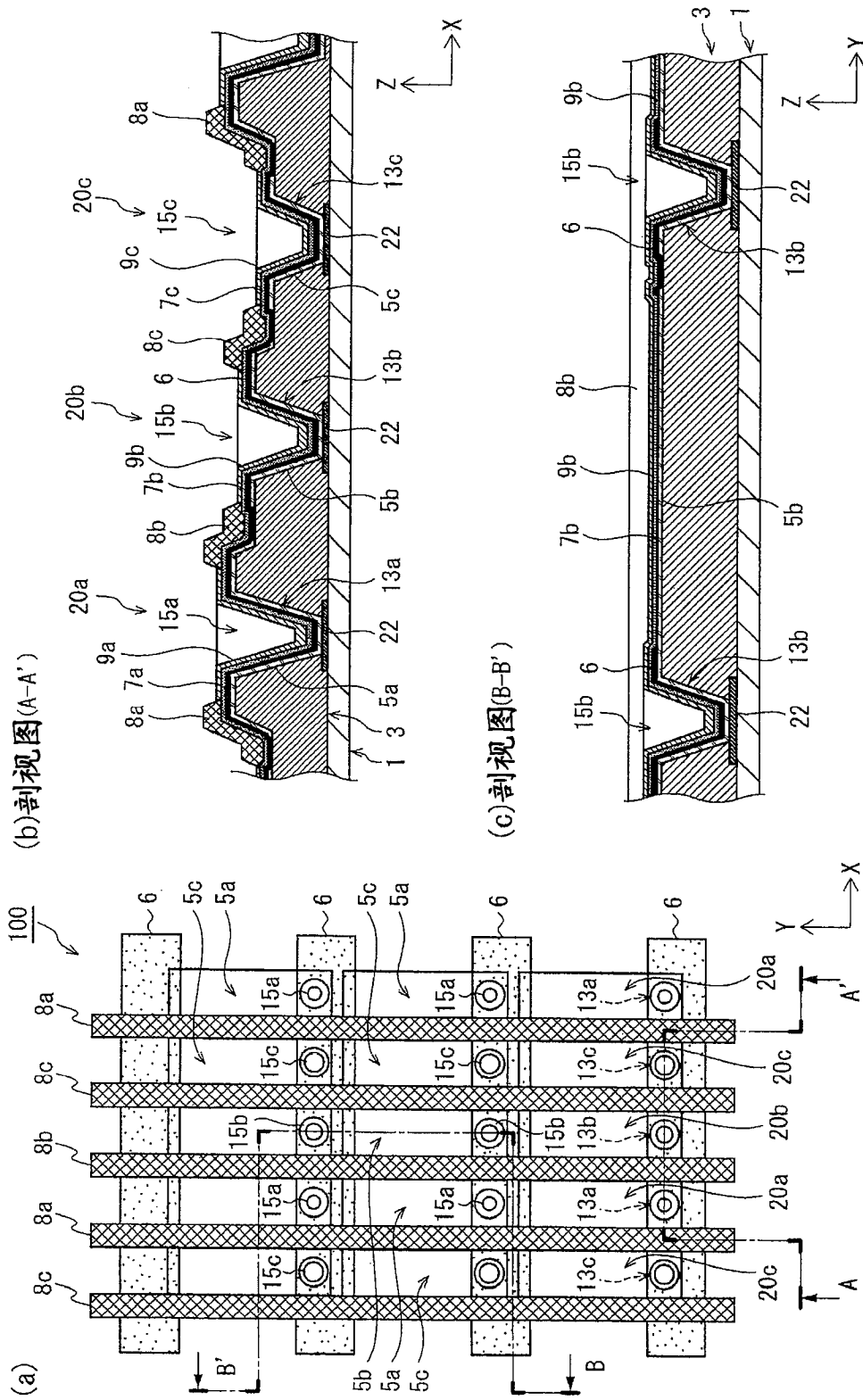


图 3

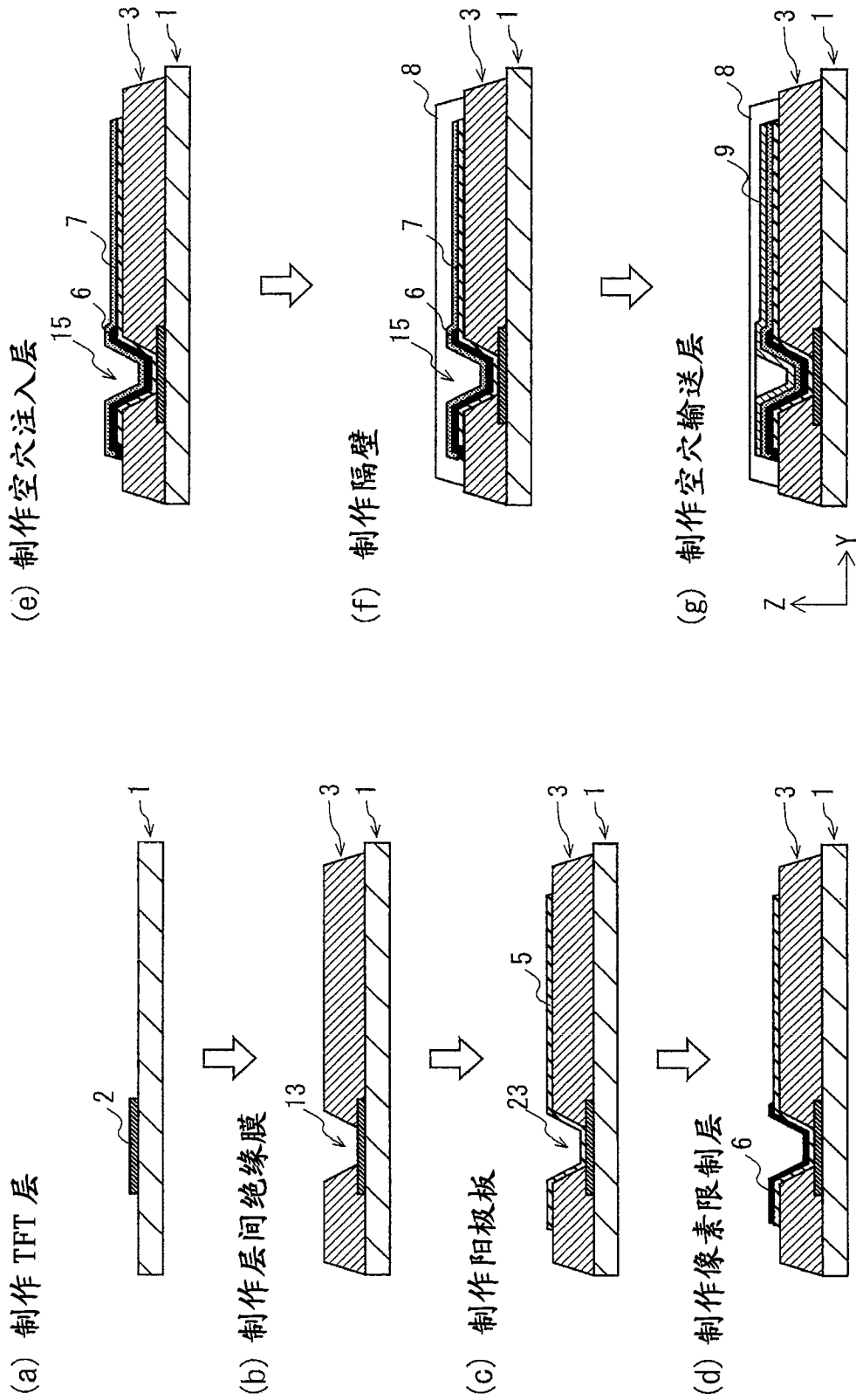
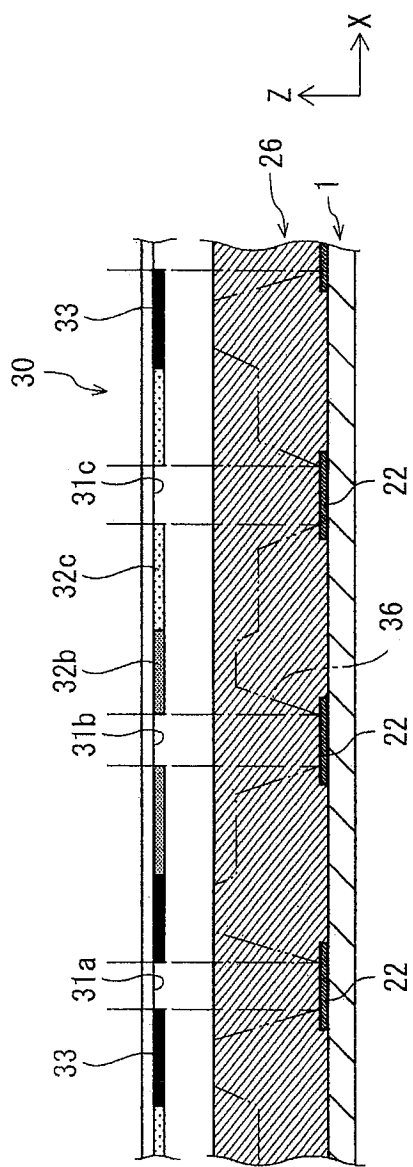


图 4

(a) 曝光处理



(b) 显像处理

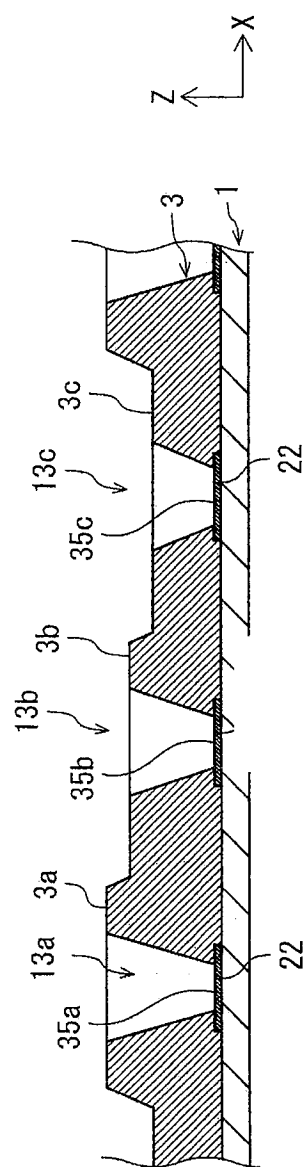


图 5

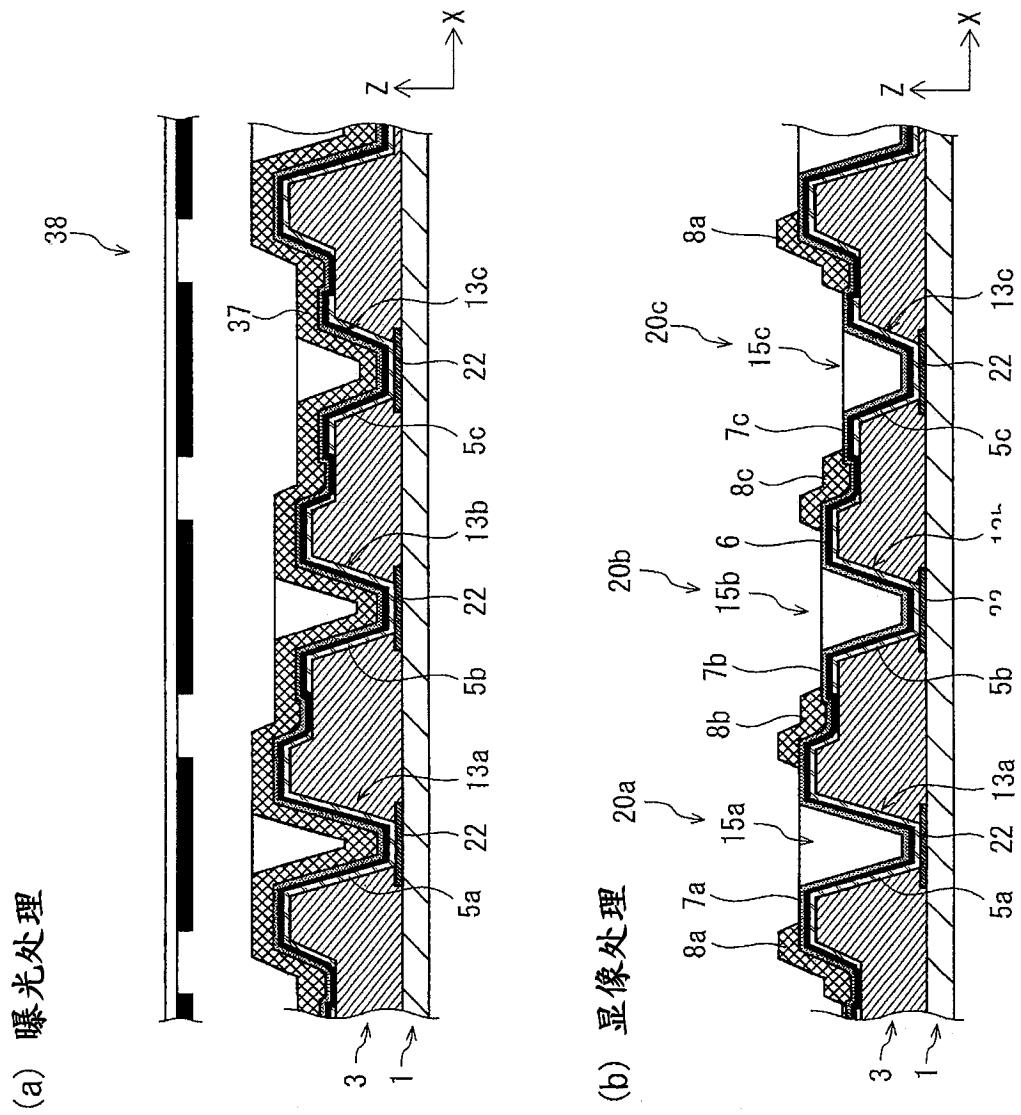


图 6

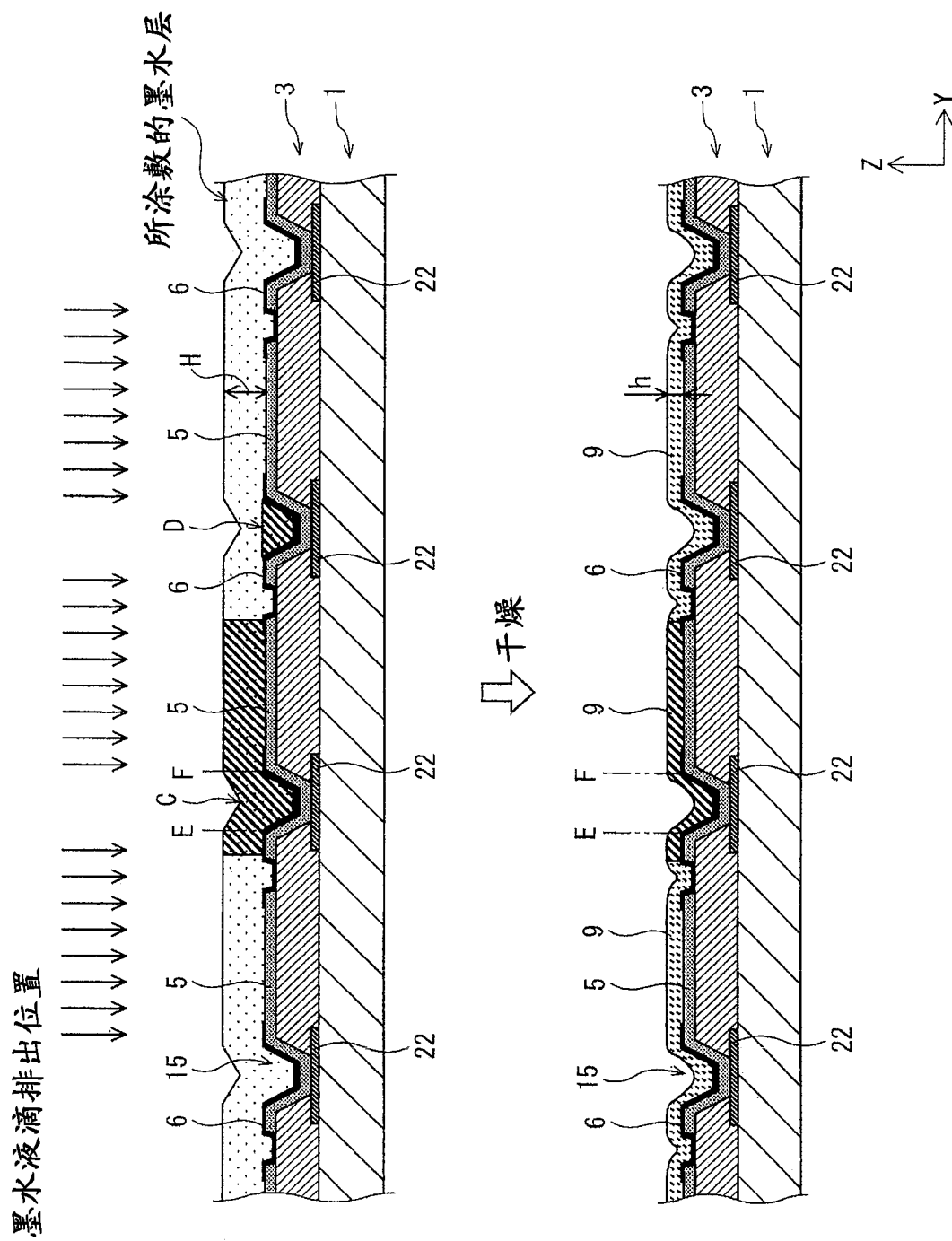


图 7

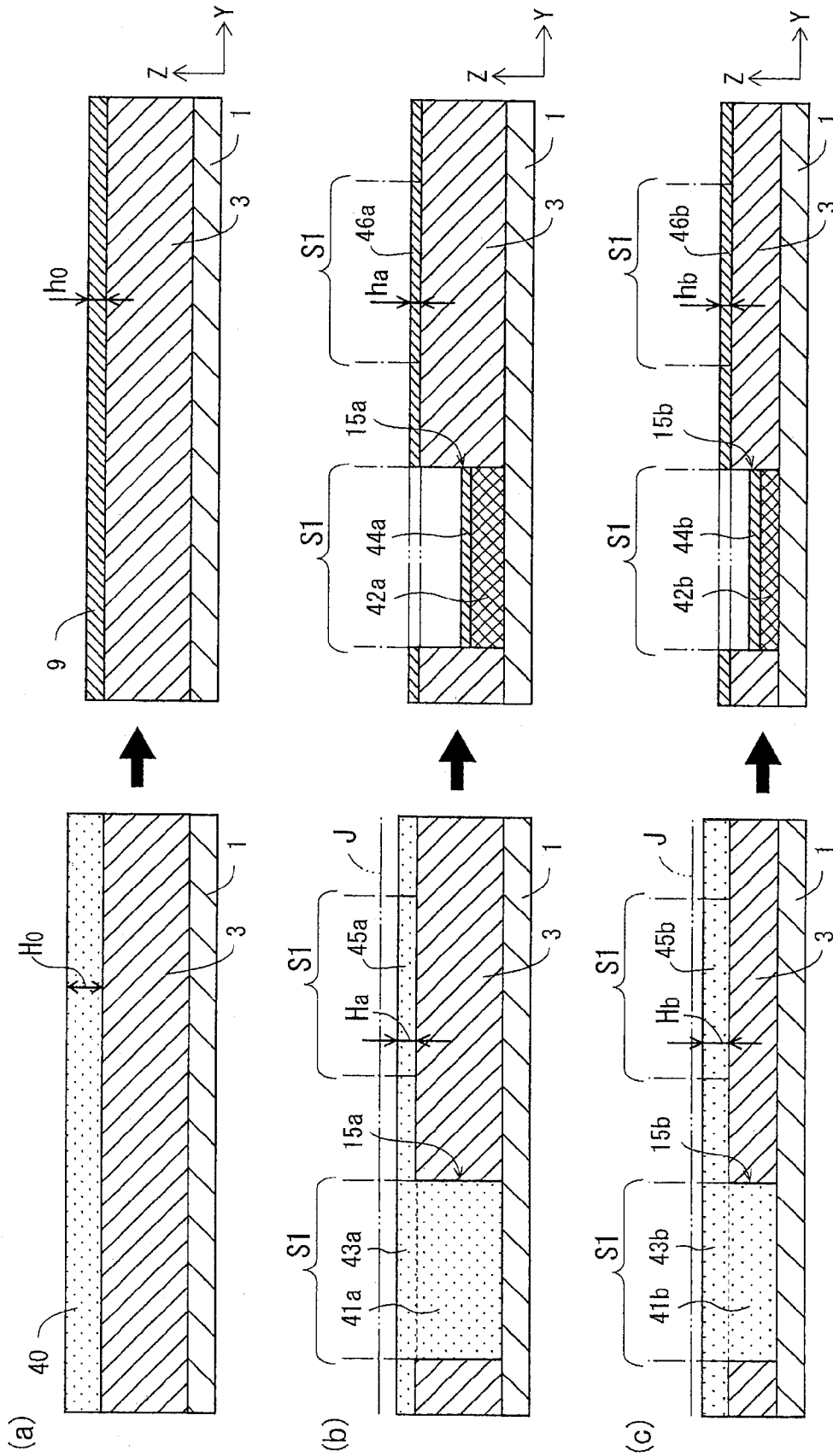


图 8

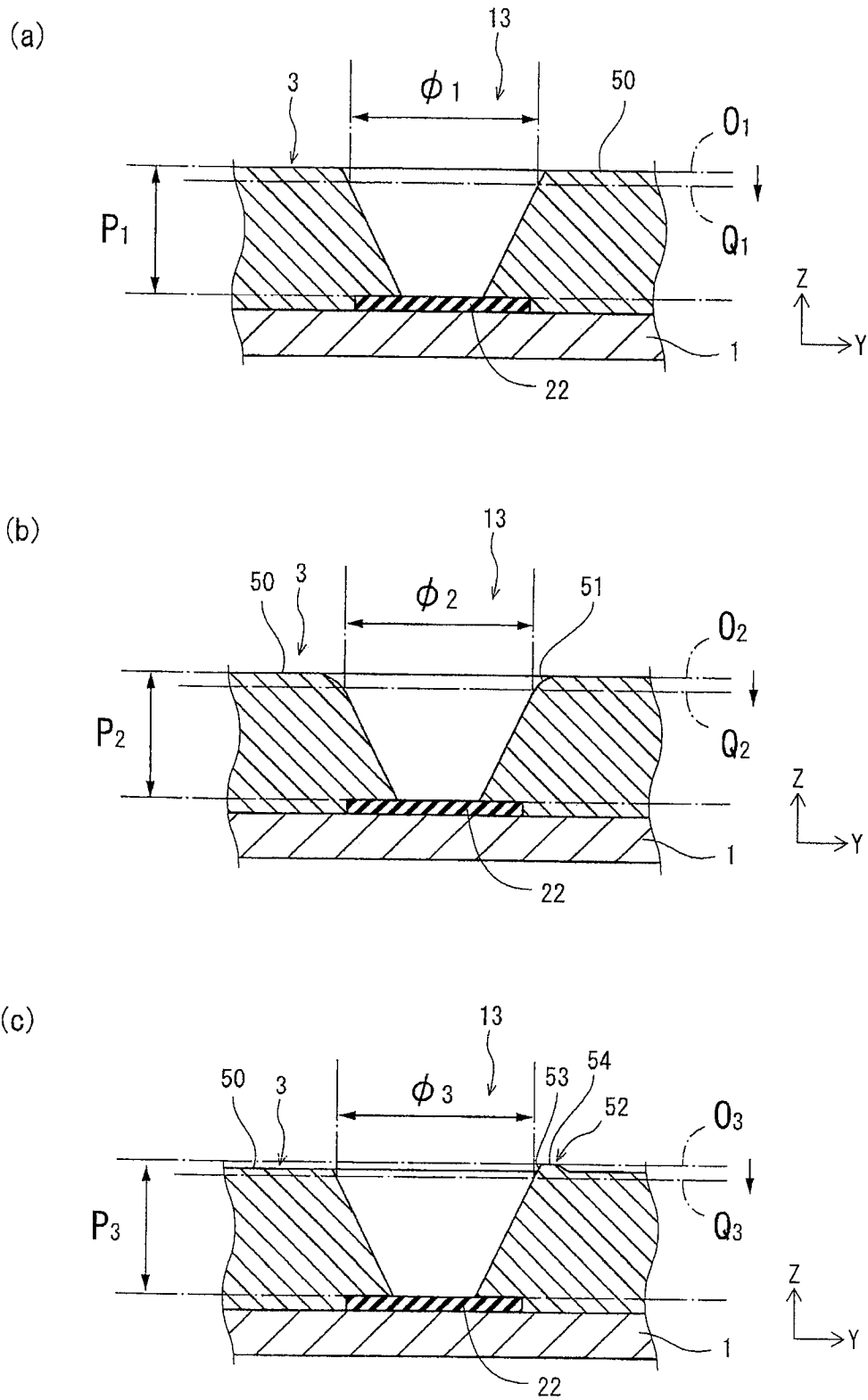


图 9

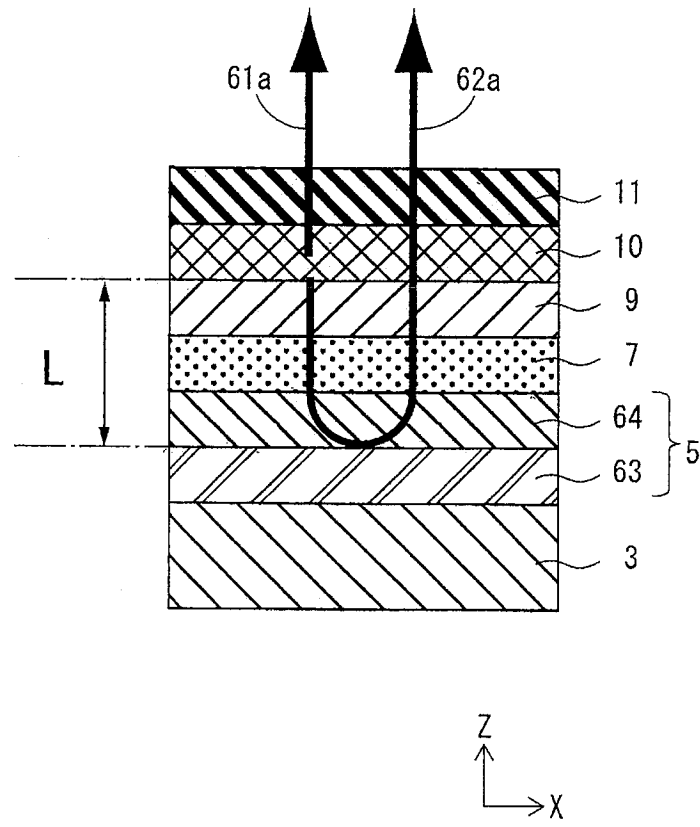


图 10

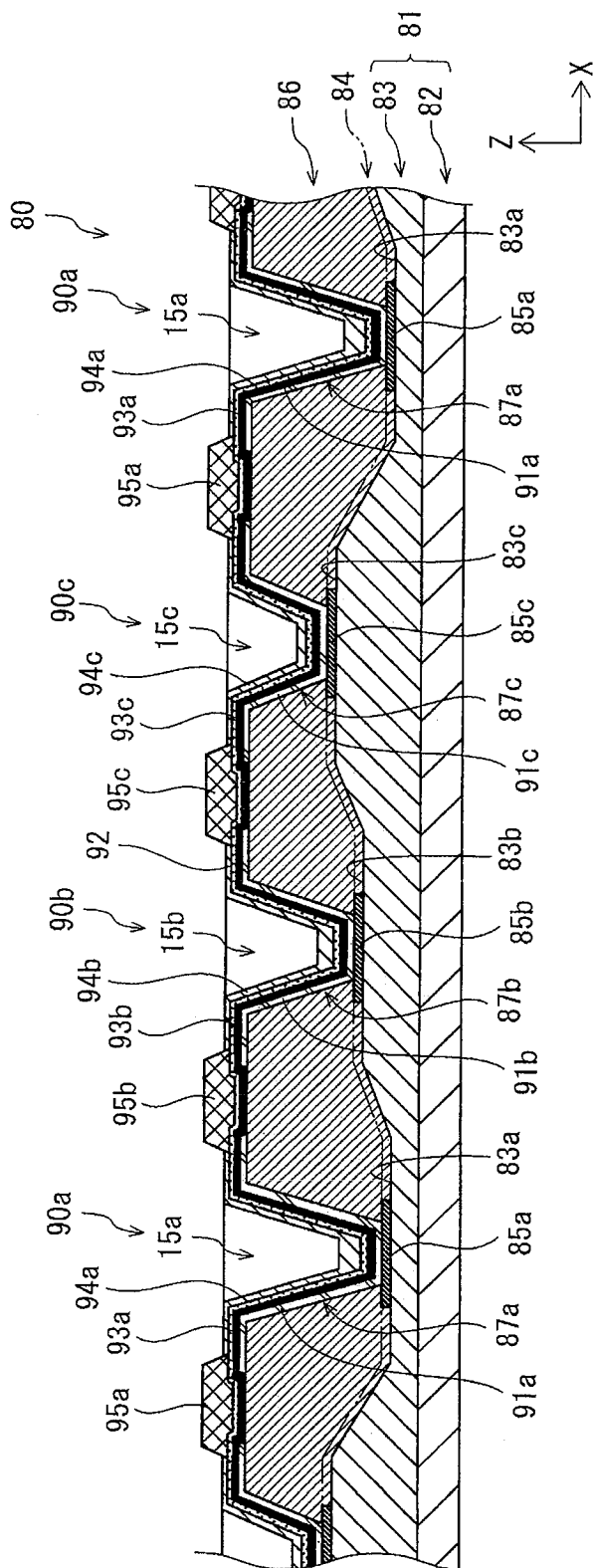


图 11

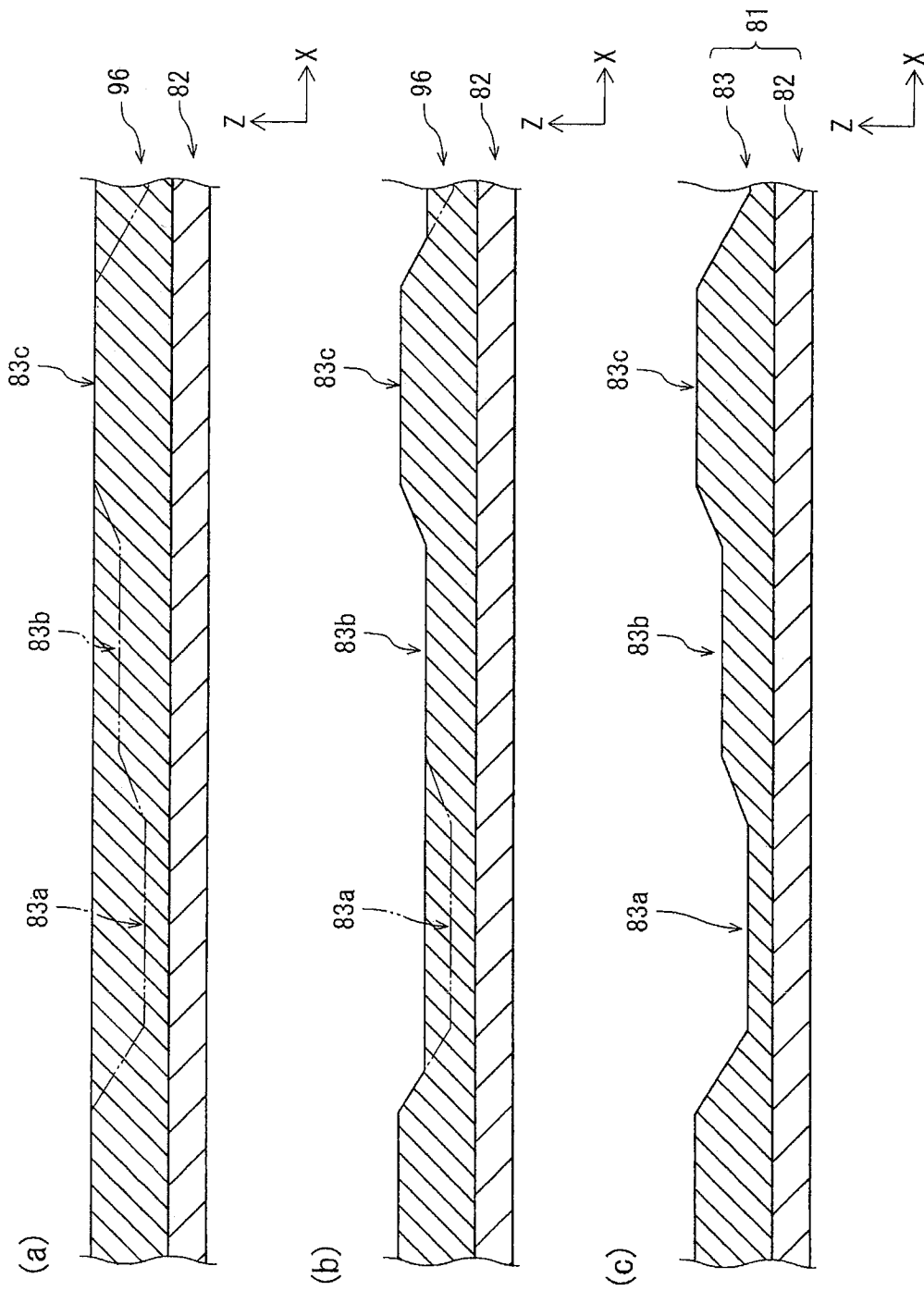


图 12

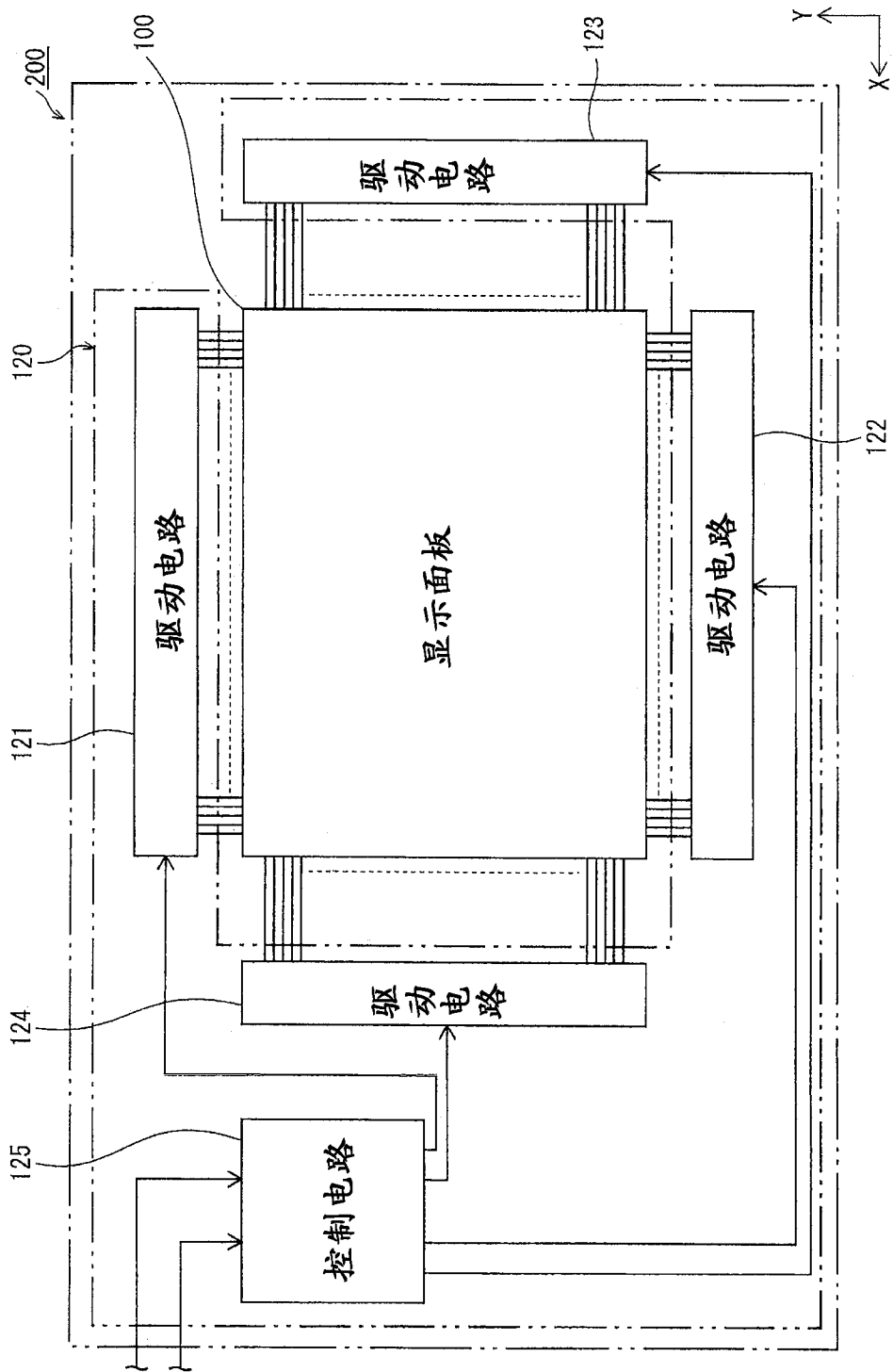


图 13

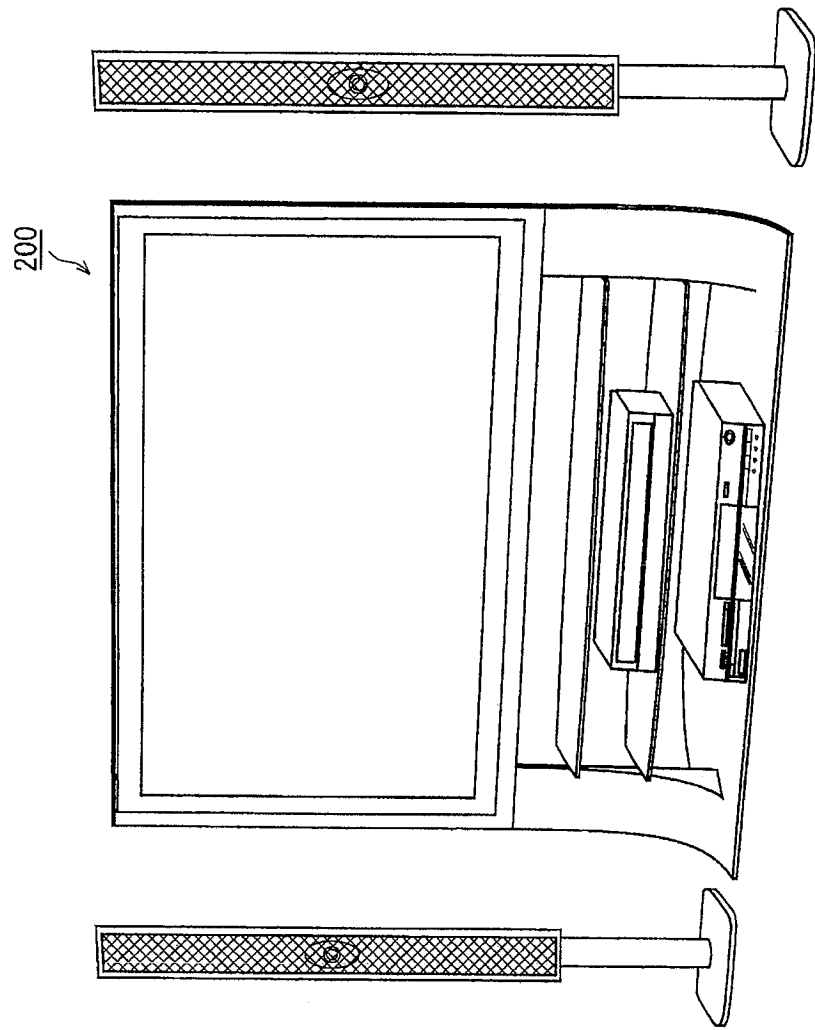


图 14

专利名称(译)	有机EL显示面板、显示装置以及有机EL显示面板的制造方法		
公开(公告)号	CN102742357A	公开(公告)日	2012-10-17
申请号	CN201080003325.5	申请日	2010-08-06
[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	西山诚司 近藤哲郎		
发明人	西山诚司 近藤哲郎		
IPC分类号	H05B33/22 H01L51/50 H05B33/10 H05B33/12		
CPC分类号	H01L27/3248 H01L51/5265 H01L27/3246 H01L27/3258 H01L27/3211		
代理人(译)	徐健 段承恩		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种有机EL显示面板、显示装置以及有机EL显示面板的制造方法。通过使位于有机EL元件(20)下层的层间绝缘膜(3)的膜厚不同，使接触孔(13)的容积按各颜色而不同，对各阳极板(5)的凹部(15)的容积进行调剂。而且，在通过喷墨方式滴下了含有中间层等的材料的墨水时，中间层等的膜厚根据填充于凹部的墨水量而发生变化。即，能够通过调节各颜色的凹部的容积差，对各颜色的中间层(9)等的膜厚差进行微调节。从而能够在电视机等电子设备中使用的有机EL显示面板(100)中，一边以湿发方式形成中间层(9)或发光层(10)，一边容易地对不同的发光颜色间的中间层等的膜厚差进行微调节，提高发光效率或发光颜色。

