



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103141158 B

(45) 授权公告日 2016.06.22

(21) 申请号 201180007455.0

(22) 申请日 2011.09.28

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2012.07.27

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2011/005468 2011.09.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02013/046265 JA 2013.04.04

(73) 专利权人 株式会社日本有机雷特显示器  
地址 日本东京都

(72) 发明人 川浪悠子 石野真一郎 榊田知树  
南野裕隆 松末哲征

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247  
代理人 段承恩 徐健

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H05B 33/10(2006.01)

G09F 9/30(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

H05B 33/12(2006.01)

H05B 33/22(2006.01)

(56) 对比文件

JP 2009054608 A, 2009.03.12, 全文.

CN 1505846 A, 2004.06.16, 全文.

US 6825061 B2, 2004.11.30, 全文.

JP 2009140922 A, 2009.06.25, 全文.

JP 2007265823 A, 2007.10.11, 全文.

JP 2008238023 A, 2008.10.09, 全文.

JP 4848708 B2, 2011.12.28, 全文.

WO 2009084413 A1, 2009.07.09, 全文.

审查员 邓辉

权利要求书7页 说明书21页 附图21页

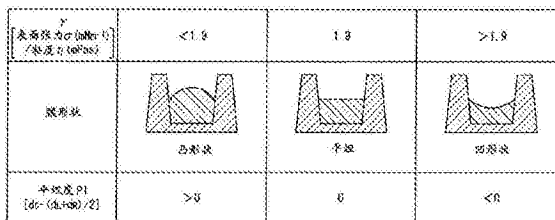
(54) 发明名称

有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能性部件、显示装置以及发光装置

(57) 摘要

为了提供一种在通过湿式法形成有机发光元件的功能层时、能够形成平坦型良好的功能层的有机发光元件的制造方法,使用下述墨来形成功能层,所述墨具有第一溶剂、不同于所述第一溶剂的第二溶剂、以及溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂的、构成有机发光元件的功能层的功能性材料,所述第一溶剂是如下溶剂:在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状,所述第二溶剂为如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于

所述两端部侧的上面而位于上方的形状,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等。



1. 一种有机发光元件的制造方法,包括:

第一工序,准备用于形成有机发光元件的功能层的墨,

所述墨具有:

第一溶剂;

不同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及

功能性材料,其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂,构成有机发光元件的功能层,

所述第一溶剂是如下溶剂:在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状,

所述第二溶剂是如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状,

所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等;

第二工序,将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置;

第三工序,准备具有包含第一电极的基底层的基板;

第四工序,从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴;

第五工序,将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜;

第六工序,使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发,使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧,该功能层的上面的高度均相等且该功能层的膜厚均相等;以及

第七工序,在所述功能层的上方,形成不同于所述第一电极的第二电极。

2. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法,

在所述第一工序中,

按使得所述功能层的上面的高度从所述两端部到所述中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到所述中央部均相等的混合比,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂。

3. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法,

在所述第一工序中,

在有机发光元件的发光区域,当由所述功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与所述功能层的一端部侧的膜厚 $d_L$ 及另一端部侧的膜厚 $d_R$ 的差表示出下述式1的平坦度 $PI$ 时,基于由下述式2的平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ ,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂,

$$PI = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \cdots \text{式1}$$

$PI$ :平坦度、 $d_c$ :中央部侧的膜厚、 $d_L$ :一端部侧的膜厚、 $d_R$ :另一端部侧的膜厚,

$$\alpha \times PI_1 = \beta \times PI_2 \quad \cdots \text{式2}$$

$PI_1$ :将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

$\alpha$ :平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数,

$PI_2$ :将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

$\beta$ :平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数。

4. 根据权利要求3所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂和所述第二溶剂相对于根据权利要求3所述的混合比 $\alpha/\beta$ 确定的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。
5. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为 $9^\circ\text{C}$ 以下。
6. 根据权利要求5所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第二溶剂的沸点比所述第一溶剂的沸点高。
7. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
将墨的粘度 $\eta(\text{mPa}\cdot\text{s})$ 和表面张力 $\sigma(\text{mNm}^{-1})$ 的比 $(\sigma/\eta)$ 设为 $\gamma$ 时，则将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ ，将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ 。
8. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
所述功能层的两端部是从所述发光区域的两端朝向中央部而分别与所述发光区域的12.5%的长度对应的位置，  
所述功能层的中央部是与所述发光区域的中央对应的位置。
9. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
所述功能层在俯视时具有矩形状，所述发光区域对应于其短边方向。
10. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂为环己基苯，所述第二溶剂为1-甲基萘，所述功能性材料为F8-F6。
11. 根据权利要求10所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比在以第一溶剂的体积浓度为分子且以第二溶剂的浓度为分母时为 $28/72\sim 78/22$ 。
12. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂为庚基苯，所述第二溶剂为1-甲基萘，所述功能性材料为F8-F6。
13. 根据权利要求12所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比在以第一溶剂的体积浓度为分子且以第二溶剂的浓度为分母时为 $5/95\sim 38/62$ 。
14. 根据权利要求1所述的有机发光元件的制造方法，  
所述功能性材料为有机发光材料。
15. 一种有机发光元件的制造方法，包括：  
第一工序，准备用于形成有机发光元件的功能层的墨，

所述墨具有：

第一溶剂；

不同于所述第一溶剂的第二溶剂；以及

功能性材料，其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂，构成有机发光元件的功能层，

所述第一溶剂为如下溶剂：单独使用该第一溶剂时，形成于隔壁之间的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状，

所述第二溶剂为如下溶剂：单独使用该第二溶剂时，形成于隔壁之间的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状，

所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等；

第二工序，将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置；

第三工序，准备具有包含第一电极的基底层的基板；

第四工序，从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴；

第五工序，将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜；

第六工序，使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发，使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧，该功能层的上面的高度均相等且该功能层的膜厚均相等；以及

第七工序，在所述功能层的上方，形成不同于所述第一电极的第二电极。

16. 一种有机发光元件的制造方法，包括：

第一工序，准备用于形成有机发光元件的功能层的墨，

所述墨具有：

第一溶剂；

不同于所述第一溶剂的第二溶剂；以及

功能性材料，其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂，构成有机发光元件的功能层，

将所述墨的粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>)的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时，则

将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ ，

将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ ，

所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为9℃以下；

第二工序，将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置；

第三工序，准备具有包含第一电极的基底层的基板；

第四工序，从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴；

第五工序，将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜；

第六工序，使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发，使所述功能层形成为从其两端部到中央部，该功能层的上面的高度均相等且该功能层的膜厚均相等；以及

第七工序，在所述功能层的上方，形成不同于所述第一电极的第二电极。

17. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
混合所述功能性材料、所述第一溶剂以及所述第二溶剂，使得在混合了所述功能性材料、所述第一溶剂以及所述第二溶剂的状态下  $\gamma = 1.9$ 。

18. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
按使得所述功能层的上面的高度从两端部到中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到所述中央部均相等的混合比，混合所述第一溶剂和所述第二溶剂。

19. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
在有机发光元件的发光区域，当由所述功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与所述功能层的一端部侧的膜厚 $d_L$ 及另一端部侧的膜厚 $d_R$ 的差表示出下述式1的平坦度 $PI$ 时，基于由下述式2的平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ ，混合所述第一溶剂和所述第二溶剂，

$$PI = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \cdots \text{式1}$$

$PI$ : 平坦度、 $d_c$ : 中央部侧的膜厚、 $d_L$ : 一端部侧的膜厚、 $d_R$ : 另一端部侧的膜厚，

$$\alpha \times PI_1 = \beta \times PI_2 \quad \cdots \text{式2}$$

$PI_1$ : 将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度，

$\alpha$ : 平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数，

$PI_2$ : 将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度，

$\beta$ : 平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数。

20. 根据权利要求19所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，  
所述第一溶剂和所述第二溶剂相对于根据权利要求19所述的混合比 $\alpha/\beta$ 确定的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。

21. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，

在所述第一工序中，

所述第二溶剂的沸点比所述第一溶剂的沸点高。

22. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，

所述功能层的两端部是从所述发光区域的两端朝向中央部而分别与所述发光区域的12.5%的长度对应的位置，

所述功能层的中央部是与所述发光区域的中央对应的位置。

23. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，

所述功能层在俯视时具有矩形状，所述发光区域对应于其短边方向。

24. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，

在所述第一工序中，

所述第一溶剂为环己基苯，所述第二溶剂为1-甲基萘，所述功能性材料为F8-F6。

25. 根据权利要求24所述的有机发光元件的制造方法，

在所述第一工序中，

所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比在以第一溶剂的体积浓度为分子且以第二溶剂的浓度为分母时为28/72~78/22。

26. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，

所述第一溶剂为庚基苯，所述第二溶剂为1-甲基萘，所述功能性材料为F8-F6。

27. 根据权利要求26所述的有机发光元件的制造方法，  
在所述第一工序中，

所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比在以第一溶剂的体积浓度为分子且以第二溶剂的浓度为分母时为5/95~38/62。

28. 根据权利要求16所述的有机发光元件的制造方法，  
所述功能性材料为有机发光材料。

29. 一种有机发光元件的制造方法，包括：

第一工序，准备用于形成有机发光元件的功能层的墨，  
所述墨具有：

第一溶剂；

不同于所述第一溶剂的第二溶剂；以及

功能性材料，其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂，构成有机发光元件的功能层，

将作为所述功能性材料的溶剂而单独使用时的墨的粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>)的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时，

使用了所述第一溶剂的墨为 $\gamma > 1.9$ ，

使用了所述第二溶剂的墨为 $\gamma < 1.9$ ，

所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为9℃以下；

第二工序，将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置；

第三工序，准备具有包含第一电极的基底层的基板；

第四工序，从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴；

第五工序，将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜；

第六工序，使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发，使所述功能层成为从其两端部到中央部，该功能层的上面的高度均相等且该功能层的膜厚均相等；  
以及

第七工序，在所述功能层的上方，形成不同于所述第一电极的第二电极。

30. 一种有机发光元件，其由权利要求1所述的制造方法制造。

31. 一种有机发光元件，其由权利要求16所述的制造方法制造。

32. 一种有机显示装置，其具有权利要求30所述的有机发光元件。

33. 一种有机显示装置，其具有权利要求31所述的有机发光元件。

34. 一种有机发光装置，其具有权利要求30所述的有机发光元件。

35. 一种有机发光装置，其具有权利要求31所述的有机发光元件。

36. 一种功能层的形成方法，所述功能层包括：第一溶剂；不同于所述第一溶剂的第二溶剂；以及溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂的功能性材料，所述形成方法包括：

第一工序,准备包含所述第一溶剂和所述第二溶剂的墨,

所述第一溶剂是如下溶剂:在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其两端部侧相比于中央部侧而向上方突出的形状,

所述第二溶剂是如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其中央部侧相比于两端部侧而向上方突出的形状;和

第二工序,通过在将所述墨涂覆于基底层之后,使所述第一溶剂和所述第二溶剂从墨涂覆膜同步蒸发,在保持了所述墨涂覆膜中的所述第一溶剂和所述第二溶剂的组成比的状态下使所述墨涂覆膜干燥,从而形成所述功能层以使该功能层的上面的高度相等且该功能层的膜厚相等。

37.根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

按使得所述功能层的上面的高度从所述两端部到所述中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到所述中央部均相等的混合比,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂。

38.根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

在功能层的形成区域,当由所述功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与所述功能层的一端部侧的膜厚 $d_L$ 及另一端部侧的膜厚 $d_R$ 的差表示出下述式1的平坦度 $PI$ 时,基于由下述式2的平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ ,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂,

$$PI = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \cdots \text{式1}$$

$PI$ :平坦度、 $d_c$ :中央部侧的膜厚、 $d_L$ :一端部侧的膜厚、 $d_R$ :另一端部侧的膜厚,

$$\alpha \times PI_1 = \beta \times PI_2 \quad \cdots \text{式2}$$

$PI_1$ :将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

$\alpha$ :平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数,

$PI_2$ :将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

$\beta$ :平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数。

39.根据权利要求38所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第一溶剂和所述第二溶剂相对于根据权利要求38所述的混合比 $\alpha/\beta$ 确定的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。

40.根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为 $9^\circ\text{C}$ 以下。

41.根据权利要求40所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第二溶剂的沸点比所述第一溶剂的沸点高。

42.根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

将墨的粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>)的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时,将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ ,将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ 。

43. 根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

所述功能层的两端部是从所述发光区域的两端朝向中央部而分别与所述发光区域的12.5%的长度对应的位置,

所述功能层的中央部是与所述发光区域的中央对应的位置。

44. 根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

所述功能层在俯视时具有矩形状,所述功能层的形成区域对应于其短边方向。

45. 根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第一溶剂为环己基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。

46. 根据权利要求45所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比在以第一溶剂的体积浓度为分子且以第二溶剂的浓度为分母时为28/72~78/22。

47. 根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第一溶剂为庚基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。

48. 根据权利要求47所述的功能层的形成方法,

在所述第一工序中,

所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比在以第一溶剂的体积浓度为分子且以第二溶剂的浓度为分母时为5/95~38/62。

49. 根据权利要求36所述的功能层的形成方法,

所述功能性材料为有机发光材料。

50. 一种功能性部件,具有通过权利要求36所述的形成方法形成的功能层。

51. 一种显示装置,具有第一电极和第二电极,并在所述第一电极与所述第二电极之间具有通过权利要求36所述的形成方法形成的功能层。

52. 一种发光装置,具有第一电极和第二电极,并在所述第一电极与所述第二电极之间具有通过权利要求36所述的形成方法形成的功能层。

## 有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能性部件、显示装置以及发光装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能性部件、显示装置以及发光装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,正在研究、开发的有机发光元件,是利用有机材料的电致发光现象的发光元件,具有在阳极和阴极之间介有发光层的构造。

[0003] 通常,通过由绝缘材料形成的堤(bank)按各元件对有机发光元件的发光层进行了分隔,通过该堤规定了发光层的形状。另外,在阳极和发光层之间,例如根据需要插入有空穴注入层、空穴输送层或空穴注入兼输送层,在阴极和发光层之间,根据需要插入有电子注入层、电子输送层或电子注入兼输送层。发光层、空穴注入层、空穴输送层、空穴注入兼输送层、电子注入层、电子输送层以及电子注入兼输送层各自起到发光、电荷的注入和输送的固有功能,因此将这些层总称为“功能层”。

[0004] 在全色显示的有机显示装置中,这样的有机发光元件相当于RGB(红绿蓝)各色的子像素,相邻的RGB的子像素组合而形成一个像素,这些像素排列成矩阵状而形成图像显示区域。

[0005] 在这样的有机显示装置中,为了获得高精度的图像,要求以500 $\mu\text{m}$ 程度以下的微小尺寸形成各像素的一边边长。在这样的像素尺寸微小的装置中,各元件中的功能层的膜厚也需要设定为较薄的数十~数百nm。

[0006] 并且,在制造有机显示装置时,具有在基板上形成功能层的工序。在该功能层形成工序中,虽然也使用通过真空工艺使低分子材料成膜的方式,但大多会使用通过喷墨法(液滴喷出法)等将墨(涂敷液)填充于堤之间并使所填充的墨干燥的湿法方式,所述墨是将用于形成功能层的功能性材料溶解于溶剂而得到的。根据湿法方式,在大型面板中也能够比较容易地形成功能层。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文件1:日本特开2007-69140号公报

[0009] 专利文件2:日本特开平5-163488号公报

[0010] 专利文件3:日本特开2006-219663号公报

### 发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 但是,有机发光元件的发光特性对功能层的膜厚敏感,因此以湿法方式形成功能层时,要求在各元件内消除功能层的膜厚不匀、平坦地形成功能层。但是,如上所述,当通过在基板上的堤之间的各元件预定形成区域填充墨并使其干燥的方法形成功能层时,在所述

区域内,区域端部的膜厚会比区域中央部的膜厚厚,难以确保膜厚的平坦性。认为其理由如下:在从填充于堤之间的贮液部(液溜り)蒸发溶剂时,与中央部相比,端部的溶剂更容易蒸发,因此在贮液部中墨在从中央部向端部流动的同时进行干燥。

[0013] 针对这样的问题,例如在专利文件1中公开了如下技术:作为墨的溶剂而使用混合溶剂(例如乙二醇(ethylene glycol)和水的混合溶剂),在使墨液滴膜干燥时,在一种溶剂(水)的饱和蒸气压停止减压,由此使功能层的平坦性提高。但是,虽然在像素尺寸较大的情况下能够期待通过该干燥方法来提高功能层的平坦性,但是在像素尺寸为一边为数百 $\mu\text{m}$ 以下的微小尺寸的情况下、或者要形成的功能层的膜厚为较小的数十~数百nm级别的情况下,在从大气压开始减压直到达到停止压力的期间,溶剂会一直蒸发,因此难以确保功能层膜厚的平坦性。

[0014] 本发明是鉴于上述问题而完成的发明,目的在于提供一种在通过湿式法形成有机发光元件的功能层时,能够形成平坦性良好的功能层的有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能性部件、显示装置以及发光装置。

[0015] 用于解决问题的手段

[0016] 为了达成上述目的,本发明一种方式的有机发光元件的制造方法,包括:第一工序,准备用于形成有机发光元件的功能层的墨,所述墨具有:第一溶剂;不同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及功能性材料,其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂,构成有机发光元件的功能层,所述第一溶剂是如下溶剂:在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状,所述第二溶剂是如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等;第二工序,将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置;第三工序,准备具有包含第一电极的基底层的基板;第四工序,从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴;第五工序,将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜;第六工序,使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发,使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧、其上面的高度均相等且其膜厚均相等;以及第七工序,在所述功能层的上方,形成不同于所述第一电极的第二电极。

[0017] 发明的效果

[0018] 本发明一种方式的有机发光元件的制造方法中,使用具有第一溶剂和第二溶剂的墨来形成功能层,因此溶剂所具有的与功能层的形状相关的特性相互抵消,能形成分别仅由一种溶剂形成的形状的中间形状的功能层,即形成与平坦性比仅由任一方的溶剂形成时的平坦性好的功能层,其中,所述第一溶剂是如下溶剂:在将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状,所述第二溶剂是如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部

侧的上面而位于上方的形状。

[0019] 进一步,本发明一种方式的有机发光元件的制造方法中,第一溶剂和第二溶剂的沸点同等,因此能够使这些溶剂同步蒸发。若由于一方的低沸点成分的溶剂先挥发而使墨高浓度化,则会在高粘度化墨的状态下形成功能层,此时的墨的组成与初期的墨的组成不同,因此难以控制功能层的平坦性。但是,通过使第一溶剂和第二溶剂同步蒸发,能够抑制组成与初期的墨的组成不同,所以能够通过更简单的控制来形成平坦性良好的功能层。

#### 附图说明

[0020] 图1是表示由单独类墨形成的功能层的形状的研究结果的图。

[0021] 图2是说明实施例1的组合的图。

[0022] 图3是说明实施例2的组合的图。

[0023] 图4是说明比较例1的组合的图。

[0024] 图5是说明比较例2的组合的图。

[0025] 图6是表示溶剂的表面张力和沸点的图。

[0026] 图7是说明功能层的两端部和中央部的图。

[0027] 图8是说明混合比 $\alpha/\beta$ 的图。

[0028] 图9是表示CHB和1MN的混合比 $\alpha/\beta$ 的研究结果的图。

[0029] 图10是表示HB和1MN的混合比 $\alpha/\beta$ 的研究结果的图。

[0030] 图11是说明沸点差对溶剂蒸发的影响的图。

[0031] 图12是表示沸点差对功能层形状产生的影响的研究结果的图。

[0032] 图13是说明马兰戈尼数(Marangoni number)的图。

[0033] 图14是总结 $\gamma$ 值和平坦度PI之间的关系的图。

[0034] 图15是表示 $\gamma$ 值和平坦度PI之间的影响的研究结果的图。

[0035] 图16是表示 $\gamma$ 值和平坦度PI之间的影响的研究结果的图。

[0036] 图17是表示功能层的膜厚对平坦度PI产生的影响的研究结果的图。

[0037] 图18是表示功能层的膜厚对平坦度PI产生的影响的研究结果的图。

[0038] 图19是说明像素堤的功能层的两端部的图。

[0039] 图20是表示像素堤的 $\gamma$ 值和平坦度PI之间的影响的研究结果的图。

[0040] 图21是表示本发明一种方式的有机发光元件的各层的层叠状态的示意图。

[0041] 图22是用于说明本发明一种方式的有机发光元件的制造方法的工序图。

[0042] 图23是用于说明本发明一种方式的有机发光元件的制造方法的工序图。

[0043] 图24是表示本发明一种方式的有机显示装置的整体结构的图。

[0044] 图25是表示使用本发明一种方式的有机显示装置的电视系统的立体图。

[0045] 图26是表示本发明一种方式的有机发光装置的图。

[0046] 标号说明

[0047] 1:基板;2、3:阳电极;4:空穴注入层;5:堤;6:空穴输送层;7:有机发光层;8:电子输送层;9:阴电极;10:封止层;100:有机显示装置;110:有机显示面板;111、210:有机发光元件;112:密封材料;113:滤色片基板;120:驱动控制单元;121~124:驱动电路;125:控制电路;200:有机发光装置;220:基底;230:反射部件。

## 具体实施方式

[0048] 以下,参照附图对本发明一种方式的有机发光元件用墨、该墨的制造方法、有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能性部件、显示装置以及发光装置进行说明。

[0049] [本发明一种方式的概要]

[0050] 本发明一种方式的有机发光元件的制造方法,包括:第一工序,准备用于形成有机发光元件的功能层的墨,所述墨具有:第一溶剂;不同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及功能性材料,其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂,构成有机发光元件的功能层,所述第一溶剂是如下溶剂:在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状,所述第二溶剂是如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等;第二工序,将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置;第三工序,准备具有包含第一电极的基底层的基板;第四工序,从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴;第五工序,将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜;第六工序,使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发,使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧、其上面的高度均相等且其膜厚均相等;以及第七工序,在所述功能层的上方,形成不同于所述第一电极的第二电极。

[0051] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,按使得所述功能层的上面的高度从所述两端部到所述中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到所述中央部均相等的混合比,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂。

[0052] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,在有机发光元件的发光区域,当由所述功能层的中央部侧的膜厚 $d_C$ 与所述功能层的一端部侧的膜厚 $d_L$ 及另一端部侧的膜厚 $d_R$ 的差表示出下述式1的平坦度 $PI$ 时,基于由下述式2的平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ ,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂,

$$[0053] \quad PI = d_C - (d_L + d_R) / 2 \quad \dots \text{式1}$$

[0054]  $PI$ :平坦度、 $d_C$ :中央部侧的膜厚、 $d_L$ :一端部侧的膜厚、 $d_R$ :另一端部侧的膜厚,

$$[0055] \quad \alpha \times PI_1 = \beta \times PI_2 \quad \dots \text{式2}$$

[0056]  $PI_1$ :将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

[0057]  $\alpha$ :平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数,

[0058]  $PI_2$ :将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

[0059]  $\beta$ :平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数。

[0060] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂相对于根据所述混合比 $\alpha/\beta$ 确定的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。

[0061] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为 $9^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0062] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第二溶剂的沸点比所述第一溶剂的沸点高。

[0063] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,将墨的粘度 $\eta(\text{mPa}\cdot\text{s})$ 和表面张力 $\sigma(\text{mNm}^{-1})$ 的比 $(\sigma/\eta)$ 设为 $\gamma$ 时,将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ ,将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ 。

[0064] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,所述功能层的两端部是从所述发光区域的两端朝向中央部而分别与所述发光区域的12.5%的长度对应的位置,所述功能层的中央部是与所述发光区域的中央对应的位置。

[0065] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,所述功能层在俯视时具有矩形状,所述发光区域对应于其短边方向。

[0066] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂为环己基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比 $\alpha/\beta$ 为 $28/72\sim 78/22$ 。

[0067] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂为庚基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比 $\alpha/\beta$ 为 $5/95\sim 38/62$ 。

[0068] 另外,在本发明一种方式的有机发光元件的特定方式中,所述功能性材料为有机发光材料。

[0069] 本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法,包括:第一工序,准备用于形成有机发光元件的功能层的墨,所述墨具有:第一溶剂;不同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及功能性材料,其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂,构成有机发光元件的功能层,所述第一溶剂为如下溶剂:单独使用该第一溶剂时,形成于隔壁之间的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状,所述第二溶剂为如下溶剂:单独使用该第二溶剂时,形成于隔壁之间的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等;第二工序,将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置;第三工序,准备具有包含第一电极的基底层的基板;第四工序,从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴;第五工序,将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜;第六工序,使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发,使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧、其上面的高度均相等且其膜厚均相等;以及第七工序,在所述功能层的上方,形成不同于所述第一电极的第二电极。

[0070] 本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法,包括:第一工序,准备用于形成有机发光元件的功能层的墨,所述墨具有:第一溶剂;不同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及

功能性材料,其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂,构成有机发光元件的功能层,将所述墨的粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>)的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时,将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ ,将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ ,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为9℃以下;第二工序,将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置;第三工序,准备具有包含第一电极的基底层的基板;第四工序,从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴;第五工序,将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜;第六工序,使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发,使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧、其上面的高度均相等且其膜厚均相等;以及第七工序,在所述功能层的上方,形成不同于所述第一电极的第二电极。

[0071] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,混合所述功能性材料、所述第一溶剂以及所述第二溶剂,使得在混合了所述功能性材料、所述第一溶剂以及所述第二溶剂的状态下 $\gamma = 1.9$ 。

[0072] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,按使得所述功能层的上面的高度从两端部到中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到所述中央部均相等的混合比,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂。

[0073] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,在有机发光元件的发光区域,当由所述功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与所述功能层的一端部侧的膜厚 $d_L$ 及另一端部侧的膜厚 $d_R$ 的差表示出下述式1的平坦度PI时,基于由下述式2的平坦度PI<sub>1</sub>的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度PI<sub>2</sub>的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ ,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂,

$$[0074] \quad PI = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \cdots \text{式1}$$

[0075] PI:平坦度、 $d_c$ :中央部侧的膜厚、 $d_L$ :一端部侧的膜厚、 $d_R$ :另一端部侧的膜厚,

$$[0076] \quad \alpha \times PI_1 = \beta \times PI_2 \quad \cdots \text{式2}$$

[0077] PI<sub>1</sub>:将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

[0078]  $\alpha$ :平坦度PI<sub>1</sub>的绝对值的倒数,

[0079] PI<sub>2</sub>:将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

[0080]  $\beta$ :平坦度PI<sub>2</sub>的绝对值的倒数。

[0081] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂相对于根据所述混合比 $\alpha/\beta$ 确定的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。

[0082] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第二溶剂的沸点比所述第一溶剂的沸点高。

[0083] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,所述功能层的两端部是从所述发光区域的两端朝向中央部而分别与所述发光区域的12.5%的长度对应的位置,所述功能层的中央部是与所述发光区域的中央对应的位置。

[0084] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,所述功能层在俯视时具有矩形形状,所述发光区域对应于其短边方向。

[0085] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第

一工序中,所述第一溶剂为环己基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比 $\alpha/\beta$ 为28/72~78/22。

[0086] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂为庚基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比 $\alpha/\beta$ 为5/95~38/62。

[0087] 另外,在本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法的特定方式中,所述功能性材料为有机发光材料。

[0088] 本发明另一种方式的有机发光元件的制造方法,包括:第一工序,准备用于形成有机发光元件的功能层的墨,所述墨具有:第一溶剂;不同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及功能性材料,其溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂,构成有机发光元件的功能层,将作为所述功能性材料的溶剂而单独使用时的墨的粘度 $\eta$ ( $\text{mPa} \cdot \text{s}$ )和表面张力 $\sigma$ ( $\text{mNm}^{-1}$ )的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时,使用了所述第一溶剂的墨为 $\gamma > 1.9$ ,使用了所述第二溶剂的墨为 $\gamma < 1.9$ ,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为 $9^\circ\text{C}$ 以下;第二工序,将所述墨填充于具有墨喷出口的喷墨装置;第三工序,准备具有包含第一电极的基底层的基板;第四工序,从所述喷墨装置对所述基底层喷出所述墨的液滴;第五工序,将通过所述第四工序喷出的所述墨液滴涂覆于所述基底层来形成墨液滴膜;第六工序,使所述第一溶剂以及所述第二溶剂从所述墨液滴膜同步蒸发,使所述功能层形成为从其两端部侧到中央部侧、其上面的高度均相等且其膜厚均相等;以及第七工序,在所述功能层的上方,形成不同于所述第一电极的第二电极。

[0089] 本发明一种方式的有机发光元件,其由上述的制造方法制造。

[0090] 本发明一种方式的有机显示装置,其具有上述的有机发光元件。

[0091] 本发明一种方式的有机发光装置,其具有上述的有机发光元件。

[0092] 本发明一种方式的功能层的形成方法,所述功能层具有:第一溶剂;同于所述第一溶剂的第二溶剂;以及溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂的功能性材料,所述形成方法包括:第一工序,准备包含所述第一溶剂和所述第二溶剂的墨,所述第一溶剂是如下溶剂:在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其两端部侧相比于中央部侧而向上方突出的形状,所述第二溶剂是如下溶剂:在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其中央部侧相比于两端部侧而向上方突出的形状;和第二工序,通过在将所述墨涂覆于基底层之后,使所述第一溶剂和所述第二溶剂从墨涂覆膜同步蒸发,在保持了所述墨涂覆膜中的所述第一溶剂和所述第二溶剂的组成比的状态下使所述墨涂覆膜干燥,从而形成所述功能层以使其上面的高度相等且其膜厚相等。

[0093] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,按使得所述功能层的上面的高度从所述两端部到所述中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到所述中央部均相等的混合比,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂。

[0094] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,在功能层的发光区域,当由所述功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与所述功能层的一端部侧的膜厚 $d_l$ 及另一端部侧的膜厚 $d_r$ 的差表示出下述式1的平坦度PI时,基于由下述式2的平坦度PI<sub>1</sub>

的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ ,混合所述第一溶剂和所述第二溶剂,

$$[0095] \quad PI = d_c - (d_L + d_R) / 2 \quad \cdots \text{式1}$$

[0096]  $PI$ :平坦度、 $d_c$ :中央部侧的膜厚、 $d_L$ :一端部侧的膜厚、 $d_R$ :另一端部侧的膜厚,

$$[0097] \quad \alpha \times PI_1 = \beta \times PI_2 \quad \cdots \text{式2}$$

[0098]  $PI_1$ :将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

[0099]  $\alpha$ :平坦度 $PI_1$ 的绝对值的倒数,

[0100]  $PI_2$ :将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度,

[0101]  $\beta$ :平坦度 $PI_2$ 的绝对值的倒数。

[0102] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂相对于根据所述混合比 $\alpha/\beta$ 确定的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。

[0103] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点差为 $9^\circ\text{C}$ 以下。

[0104] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第二溶剂的沸点比所述第一溶剂的沸点高。

[0105] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,将墨的粘度 $\eta(\text{mPa} \cdot \text{s})$ 和表面张力 $\sigma(\text{mNm}^{-1})$ 的比 $(\sigma/\eta)$ 设为 $\gamma$ 时,将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ ,将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ 。

[0106] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,所述功能层的两端部是从所述发光区域的两端朝向中央部而分别与所述发光区域的 $12.5\%$ 的长度对应的位置,所述功能层的中央部是与所述发光区域的中央对应的位置。

[0107] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,所述功能层在俯视时具有矩形状,所述形成区域对应于其短边方向。

[0108] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂为环己基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比 $\alpha/\beta$ 为 $28/72 \sim 78/22$ 。

[0109] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂为庚基苯,所述第二溶剂为1-甲基萘,所述功能性材料为F8-F6。另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,在所述第一工序中,所述第一溶剂和所述第二溶剂的混合比 $\alpha/\beta$ 为 $5/95 \sim 38/62$ 。

[0110] 另外,在本发明一种方式的功能层的形成方法的特定方式中,所述功能性材料为有机发光材料。

[0111] 本发明一种方式的功能性部件,具有通过上述形成方法形成的功能层。

[0112] 本发明一种方式的显示装置,具有第一电极和第二电极,并在所述第一电极与所述第二电极之间具有通过上述形成方法形成的功能层。

[0113] 本发明一种方式的发光装置,具有第一电极和第二电极,并在所述第一电极与所

述第二电极之间具有通过上述形成方法形成的功能层。

[0114] [有机发光元件用墨]

[0115] 本发明一种方式的有机发光元件用墨(以下简称为“墨”),至少含有功能性材料、第一溶剂以及第二溶剂,所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等。

[0116] <功能性材料>

[0117] 功能性材料是构成有机发光元件的功能层的材料,例如是有机发光材料。作为有机发光材料的优选例子,可举出F8-F6(F8(聚二辛基芴, polydioctylfluorene)和F6(聚二己基芴, polydihexylfluorene)的共聚物)。

[0118] 另外,作为F8-F6以外的功能性材料,可举出F8、F6等的F8-F6以外的芴化合物、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(アントラセン化合物)、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、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、蒽化合物(アンスラセン化合物)、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(噁星)金属配合物、稀土类配合物等(参照专利文件2)。这些化合物、配合物可以单独使用也可以多个混合使用。

[0119] 功能性材料可完全溶解于第一溶剂和第二溶剂各自中。

[0120] <第一溶剂>

[0121] 第一溶剂是如下溶剂:在将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作了功能层时,在有机发光元件的发光区域,所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状。或者,第一溶剂为如下溶剂:在将第二溶剂为第一溶剂而假定制作了功能层的情况下,在有机发光元件的发光区域,呈所述假定制作的功能层的两端部侧相比于中央部侧而向上方突出的形状。或者,第一溶剂为如下溶剂:在单独使用该第一溶剂时,形成于堤(隔壁)之间的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状。

[0122] 作为将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的具体形状,可举出例如凹形状。凹形状是指例如上面为凹面、下面为平面的形状,但不限于该形状。例如,下面并不一定需要为平面,可以是凹面、凸面,也可以为凹凸。但是,优选上面为凹面。

[0123] 在此,两端部侧的含义是两端部附近的任一位置,中央部侧的含义是中央部附近的任一位置。因此,两端部侧的膜厚比中央部侧的膜厚厚的含义是两端部附近的任一位置的膜厚比中央部侧附近的任一位置的膜厚厚,并不限定为越接近两端部、膜厚越厚的含义。因此,凹形状并不一定需要为中央部的上面位于最下方,也可以是中央部和任一端部之间的中间部的上面位于最下方的凹形状。进一步,凹形状并不一定需要从两端部向中央部逐渐向下方下降,也可以为在中央部和两端部之间的中间部暂时向上方上升。即,并不一定需

要上面从两端部向中央部平稳下降,也可以在上面具有少许的凹凸。

[0124] 对于可属于第一溶剂的溶剂,作为具体例子,能举出环己基苯(CHB)、庚基苯(HB)、甲基苯甲醚(MT)(methoxytoluene)、丁基苯醚(BPE)(butyl phenyl ether)、戊基苯(PB)(pentylbenzene)等,但不限于这些溶剂。

[0125] 第一溶剂优选,将墨的粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>)的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时,将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的墨为 $\gamma > 1.9$ 。后面对 $\gamma$ 值进行详细说明。

[0126] <第二溶剂>

[0127] 第二溶剂为如下溶剂:在将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作了功能层时,在元件预定形成区域,所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状。或者,第二溶剂为如下溶剂:在将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作了功能层时,所述假定制作的功能层呈其中央部侧相比于两端部侧而向上方突出的形状。或者,第二溶剂为如下溶剂:在单独使用该第二溶剂时,形成于堤之间的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状。

[0128] 作为将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的具体形状,能举出例如凸形状。凸形状是指例如上面为凸面、下面为平面的形状,但不限于该形状。例如,下面并不一定需要为平面,可以为凹面、凸面,也可以为凹凸。但是,优选上面为凸面。

[0129] 在此,两端部侧和中央部侧的含义与上述含义是同样的。因此,中央部侧的膜厚比两端部侧的膜厚厚的含义是中央部附近的任一位置的膜厚比两端部侧附近的任一位置的膜厚厚,并不限定为越接近中央部、膜厚越厚的含义。因此,凸形状并不一定需要中央部的上面位于最上方,也可以为中央部和任一端部之间的中间部的上面位于最上方的凸形状。进一步,凸形状并不一定需要从两端部向中央部逐渐向上方上升,也可以为在中央部和两端部的中间部暂时向下方下降。即,并不一定需要上面从两端部向中央部平稳地上升,也可以在上面有少许凹凸。

[0130] 对于可属于第二溶剂的溶剂,作为具体例子,能举出1-甲基萘(1MN)、壬基苯(NB)、1-乙基萘等,但不限定为这些溶剂。

[0131] 第二溶剂优选,将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的墨为 $\gamma < 1.9$ 。后面对 $\gamma$ 值进行详细说明。

[0132] [实验和考察]

[0133] <由单独类墨形成的功能层的形状>

[0134] 图1是表示由单独类墨形成的功能层的形状的研究结果的图。使功能性材料溶解于各种溶剂而制作了单独类墨,确认了使用这些墨形成的功能层的形状。

[0135] 在实验中,作为功能性材料使用F8-F6,制作了浓度1.2wt%的墨。将俯视时为矩形状且线状的功能层形成为短边方向的宽度为60 $\mu$ m、平均膜厚(短边方向上的两端部间的平均膜厚)为80nm。在表示功能层的形状的各曲线图中,X轴表示功能层的所述短边方向的宽度,Y轴表示功能层的膜厚。在不特别提及的情况下,在其他的实验中,功能层也按上述条件来形成。

[0136] 如图1(a)所示,在使用了MT、HB、BPE以及PB的情况下,功能层呈凹形状,如图1(b)所示,在使用了1MN和NB的情况下,功能层呈凸形状。另外,如图1(a)、(b)所示,不论功能层

形成后的放置时间为多久,在使用了MT、HB、BPE以及PB的情况下,功能层都维持凹形状,在使用了1MN和NB的情况下,功能层都维持凸形状。

[0137] 如上所述,得知:如发明人所预想的那样,根据溶剂不同,不仅能够获得凹形状的功能层,还能够获得凸形状的功能层。而且,想到了:如果适当地组合具有能够形成凹形状功能层的特性的溶剂(以下称为“凹形状特性的溶剂”)和具有能够形成凸形状功能层的特性的溶剂(以下称为“凸形状特性的溶剂”),则凹形状特性和凸形状特性相抵消,可获得平坦性良好的功能层。然而,在在功能性材料浓度低时会形成凹形状的功能层、功能性材料浓度高时会形成凸形状的功能层的溶剂也是有可能的,不过这里的凹形状特性和凸形状特性是与所完成的墨的功能性材料的浓度有关的特性。

[0138] <溶剂的组合>

[0139] 制作了各种混合类墨,对合适的溶剂的组合进行了研究。作为实施例1、2,介绍组合凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂而获得了平坦性良好的功能层的例子。另外,作为比较例2,介绍尝试将两种凹形状特性的溶剂组合、但未能获得平坦性良好的功能层的例子。进一步,作为比较例1,介绍尽管组合了凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂、但未能获得平坦性良好的功能层的例子。

[0140] 图2是说明实施例1的组合的图。如图2(a)所示,由使用了CHB的单独类墨形成的功能层呈凹形状(CHB相当于第一溶剂)。另一方面,由使用了1MN的单独类墨形成的功能层呈凸形状(1MN相当于第二溶剂)。如图2(b)所示,由使用了CHB和1MN的混合类墨形成的功能层的平坦度比由使用了CHB或1MN的单独类墨形成的功能层的平坦度高。另外,通过设为预定的混合比(CHB/1MN=70/30),获得了平坦性极好的功能层。

[0141] 图3是说明实施例2的组合的图。如图3(a)所示,由使用了HB的单独类墨形成的功能层呈凹形状(HB相当于第一溶剂)。另一方面,由使用了1MN的单独类墨形成的功能层的形状为先前所述那样。如图3(b)所示,由使用了HB和1MN的混合类墨形成的功能层的平坦度比由使用了HB或1MN的单独类墨形成的功能层的平坦度高。另外,通过设为预定的混合比(HB/1MN=20/80),获得了平坦性极好的功能层。

[0142] 图4是说明比较例1的组合的图。如图4(a)所示,由使用了PB的单独类墨形成的功能层呈凹形状(PB相当于第一溶剂)。另一方面,由使用了1MN的单独类墨形成的功能层的形状为先前所述那样。如图4(b)所示,对于由使用了PB和1MN的混合类墨形成的功能层,尽管是凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂的组合,但与预期相反,其平坦度低。而且,成为了比由使用了1MN的单独类墨形成的功能层更突出的凸形状。

[0143] 图5是说明比较例2的组合的图。如图5(a)所示,由使用了CHB的单独类墨形成的功能层的形状和由使用了HB的单独类墨形成的功能层的形状均为先前所述那样。如图5(b)所述,对于由使用了CHB和HB的混合类墨形成的功能层,由于是凹形状特性的溶剂彼此的组合,因此不论混合比如何都只会成为凹形状。没有发现对平坦度的改善,也没有使平坦度高于由使用了HB的单独类墨形成的功能层的平坦度。

[0144] 以上,根据图2~图5所示的结果,可知如下结论。首先,根据实施例1、2的结果可知:若组合凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂,能获得平坦性更好的功能层,若将两者按合适的混合比混合,能获得平坦性极好的功能层。但也可知:如比较例1所示,有时即使组合凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂,也没有改善平坦度,仅仅将凹形状特性的溶剂

和凸形状特性的溶剂进行组合是不够的。另外,可知:即使将凹形状特性的溶剂彼此组合,功能层也只会成为凹形状,因此即使将相同形状特性的溶剂彼此组合,平坦度也得不到改善。

[0145] 图6是表示溶剂的表面张力和沸点的图。如图6所示,实施例1中使用的CHB和1MN的沸点同等,另外,实施例2中使用的HB和1MN的沸点也同等。另一方面,比较例1中使用的PB和1MN的沸点显著不同。由此,发明人想到:在凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂的组合中,存在平坦度得到改善的情况和平坦度没有得到改善的情况,有可能是在于溶剂沸点的影响。而且,想到了:作为用于获得平坦性良好的功能层的条件,不仅将凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂组合,而且还需要使那些溶剂的沸点同等。进而,将沸点同等的溶剂实际地进行混合而反复研究的结果,发现:在混合了沸点同等的溶剂的情况下,功能层形状的变化相对于混合比的变化呈连续的变化。

[0146] 即,想到了:通过组合凹形状特性的溶剂和凸形状特性的溶剂,使凹形状特性和凸形状特性相抵消,进一步,通过使沸点同等,使那些溶剂从墨中同步蒸发,由此使蒸发中的溶剂的组成比维持一定,进而维持特性相抵消的状态,通过在该状态下完成蒸发,从而获得平坦的功能层。

[0147] <平坦度PI的评价>

[0148] 发明人为了获得能够形成平坦性更好的功能层的墨,对更严格地评价平坦度的方法进行了研究。而且,决定用功能层的中央部侧和端部侧的膜厚差来评价平坦度。具体来说,从中央部侧的膜厚值减去左右两端部侧的膜厚值的平均值,将所得到的值作为平坦度PI,根据该平坦度PI来评价功能层的平坦度。

[0149] 如上述式1所示,在有机发光元件的发光区域中,平坦度PI由功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与功能层的一端部侧的膜厚 $d_L$ 及另一端部侧的膜厚 $d_R$ 的差来表示。在平坦度PI为负的情况下,功能层为凹形状,在平坦度PI为正的情况下,功能层为凸形状。另外,平坦度PI的绝对值表示凹凸的程度。

[0150] 图7是说明功能层的两端部和中央部的图。如图7所示,在本发明中,功能层(也包含假定制作的功能层)的中央部是与发光区域的中央对应的位置。功能层(也包含假定制作的功能层)的两端部是从有机发光元件的发光区域的两端朝向中央部而分别与发光区域的12.5%的长度对应的位置。具体来说,在发光区域的宽度为 $60\mu\text{m}$ 的情况下,功能层的两端部为从发光区域的两端朝向中央部而分别与 $7.5\mu\text{m}$ 的长度对应的位置。发光区域的两端例如是指功能层的上面的两端。

[0151] 为了更严格地评价功能层的平坦度,决定也根据功能层的中央部侧和中间部的膜厚差来评价平坦度。具体来说,从中央部侧的膜厚值减去左右中间部的膜厚值的平均值,将所得到的值作为平坦度 $PI_M$ ,也根据该平坦度 $PI_M$ 对功能层的平坦度进行了评价。

[0152] 如下述式3所示,在有机发光元件的发光区域中,平坦度 $PI_M$ 由功能层的中央部侧的膜厚 $d_c$ 与一端部侧和中央部侧的中间点处的功能层的膜厚 $d_{ML}$ 及另一端部侧和中央部侧的中间点处的功能层的膜厚 $d_{MR}$ 之差来表示。在平坦度 $PI_M$ 为负的情况下,功能层为凹形状,在平坦度 $PI_M$ 为正的情况下,功能层为凸形状。另外,平坦度 $PI_M$ 的绝对值表示凹凸的程度。

[0153]  $PI_M = d_c - (d_{ML} + d_{MR}) / 2$  …式3

[0154]  $PI_M$ :平坦度、 $d_c$ :中央部侧的膜厚、 $d_{ML}$ :一方的中间部的膜厚、 $d_{MR}$ :另一方的中间部

的膜厚

[0155] 如图7所示,在本发明中,功能层(也包含假定制作的功能层)的中间部是从发光区域的两端朝向中央部而分别与发光区域的25%的长度对应的位置。具体来说,在发光区域的宽度为60 $\mu\text{m}$ 的情况下,功能层的两中间部为从发光区域的两端朝向中央部而分别与15 $\mu\text{m}$ 的长度对应的位置。

[0156] 平坦度PI和平坦度PI<sub>M</sub>是功能层的平均膜厚(功能层的端部间的平均膜厚)为80nm时的值,在实际形成的功能层的平均膜厚不是80nm的情况下,平坦度PI和平坦度PI<sub>M</sub>是换算成平均膜厚为80nm的情况而得到的值。

[0157] <溶剂的混合比>

[0158] 第一溶剂和第二溶剂优选按使得功能层的上面的高度从两端部到中央部均相等、且所述功能层的膜厚从所述两端部到中央部均相等的混合比来混合。为了获得优选的混合比而进行了研究的结果,得知:若按平坦度PI的绝对值的倒数比来混合,则能获得平坦的功能层。

[0159] 图8是说明混合比 $\alpha/\beta$ 的图。如图8所示,第一溶剂和第二溶剂优选按由上述式2的平坦度PI<sub>1</sub>的绝对值的倒数 $\alpha$ 和平坦度PI<sub>2</sub>的绝对值的倒数 $\beta$ 表示的混合比 $\alpha/\beta$ 来混合。

[0160] 图9是表示对CHB和1MN的混合比 $\alpha/\beta$ 的研究结果的图。在第一溶剂为CHB、第二溶剂为1MN的实施例1中,如图9所示,优选CHB和1MN的混合比 $\alpha/\beta$ 为28/72~78/22,更优选为53/47。若混合比 $\alpha/\beta$ 为28/72~78/22,则能够使平坦度PI在 $\pm 4\text{nm}$ 的范围内,若混合比 $\alpha/\beta$ 为53/47,则能够使平坦度PI为0nm。

[0161] 已知:当功能层存在膜厚不匀时,会在膜厚薄的部分产生电场集中,通电量会变大,该膜厚薄的部分会极端劣化,会使有机发光元件短寿命。并且,还已知:若膜厚不匀被控制在功能层的膜厚的10%以内,则能获得容许的寿命。在实验中,功能层的膜厚为80nm,因此当膜厚不匀为 $\pm 4\text{nm}$ 时,能够防止有机发光元件的短寿命。

[0162] 图10是表示对HB和1MN的混合比 $\alpha/\beta$ 的研究结果的图。在第一溶剂为HB、第二溶剂为1MN的实施例2中,如图10所示,HB和1MN的混合比 $\alpha/\beta$ 优选为5/95~38/62,更优选为22/78。若混合比 $\alpha/\beta$ 为5/95~38/62,则能够使平坦度PI在 $\pm 4\text{nm}$ 的范围内,若混合比 $\alpha/\beta$ 为22/78,则能够使平坦度PI为0nm。

[0163] 根据实施例1和实施例2的结果可知,优选第一溶剂和第二溶剂相对于根据混合比 $\alpha/\beta$ 确定的平坦度PI为0nm的各自的体积浓度为 $\pm 15\text{vol}\%$ 以内。如此,能够使平坦度PI处于 $\pm 4\text{nm}$ 的范围内。

[0164] 如上所述,只要求出由使用了第一溶剂的单独类墨假定制作的功能层的平坦度PI<sub>1</sub>、和由使用了第二溶剂的单独类墨假定制作的功能层的平坦度PI<sub>2</sub>,就能够获得适于形成平坦性良好的功能层的混合比。同样地,只要求出将第二溶剂替换为第一溶剂而假定制作的功能层的平坦度PI<sub>1</sub>、和将第一溶剂替换为第二溶剂而假定制作的功能层的平坦度PI<sub>2</sub>,就能够获得适于形成平坦性良好的功能层的混合比。

[0165] <溶剂的沸点差>

[0166] 已说明了若第一溶剂和第二溶剂同等则能够形成平坦性良好的功能层,在此对该第一溶剂和第二溶剂的沸点差处于何种程度的范围时可以判断为沸点同等进行了研究。

[0167] 图11是说明沸点差对溶剂蒸发产生的影响的图。首先,根据结论来进行说明,如图

11所示,可知:第一溶剂和第二溶剂的沸点差优选为9℃以下。

[0168] 如图11(a)所示,在第一溶剂和第二溶剂的沸点差为9℃以下的情况下,由于第一溶剂和第二溶剂同步蒸发,因此由第一溶剂和第二溶剂组成的混合溶剂,不论经过时间多久,其蒸发速度都是一定的,总蒸发量的增加程度也是一定的。在这样的情况下,干燥工序中的气氛环境的控制简单,易于获得平坦性良好的功能层,因此判定为优选的沸点差(判定为“○”)。

[0169] 另一方面,如图11(b)所示,在第一溶剂和第二溶剂的沸点差超过9℃的情况下,由于第一溶剂和第二溶剂不同步蒸发,低沸点的溶剂会先蒸发,因此随着时间的经过,混合溶剂的蒸发速度变化,总蒸发量的增加程度也变化。在这样的情况下,难以通过墨设计来控制形成功能层时的溶剂组成,不容易简单地形成平坦性良好的功能层,因此判定为不是优选的沸点差(判定为“×”)。蒸发速度变化的理由是,在第一溶剂和第二溶剂的蒸发过程中,在开始蒸发之初,主要是低沸点的溶剂蒸发,与此相对,经过一些时间而低沸点的溶剂减少后,变成主要是高沸点的溶剂蒸发,如此,由于高沸点的溶剂的蒸发速度慢,因此蒸发速度变化。

[0170] 图12是表示沸点差对功能层形状产生的影响的研究结果的图。如图12所示,组合各种与第一溶剂和第二溶剂相当的溶剂而制作了墨,评价了从那些墨蒸发的溶剂的蒸发速度是否一定。其结果,在沸点差为9℃以下的情况下,蒸发速度是一定的,判定为优选的沸点差(判定为“○”)。在沸点差超过9℃的情况下,蒸发速度不是一定的,判定为不是优选的沸点差(判定为“×”)。

[0171] CHB和HB的组合,由于其沸点差为9℃以下,所以对于蒸发速度的判定为“○”,但由于是凹形状特性的溶剂彼此的组合,所以无法形成平坦性良好的功能层。

[0172] 另外,对于CHB和PT(苯氧基甲苯(phenoxy toluene))的组合,虽然混合溶剂的蒸发速度不是一定的,但能够形成平坦性良好的功能层。这认为是:由于一方的溶剂(PT)为高沸点、高粘度的溶剂,所以另一方的溶剂先结束蒸发,由于剩下的高粘度溶剂的作用,能够形成平坦性良好的功能层。

[0173] 这样,通过使用低沸点的溶剂和高沸点的溶剂来制作墨,在墨喷出时使墨维持低粘度,在填充至堤之间后,使低沸点的溶剂迅速蒸发,从而一下子使墨高粘度化而抑制墨的流动,由此提高功能层的平坦度,这一方法以往为人们所知(专利文件3)。但是,这样的使用沸点差较大的两种溶剂的方法与使用同等沸点的溶剂的方法相比,难以通过墨设计来控制形成功能层时的溶剂组成,使平坦性良好的功能层简单地形成不那么容易。

[0174] 本发明一种方式的墨,通过组合具有同等沸点的两种溶剂,使该两种溶剂同步蒸发而简单地形成平坦性良好的功能层,这样的技术思想(构思),是无法容易地根据如专利文件2所记载的方法所述使用沸点差较大的两种溶剂的方法而想到的。

[0175] 进一步,关于沸点,优选凸形状特性的溶剂的沸点比凹形状特性的溶剂沸点高。即,优选第二溶剂的沸点比第一溶剂的沸点高。因为若第二溶剂的沸点高,则第二溶剂与第一溶剂相比留在墨中的时间更长。因此,在功能层的形状即将固定之前,能较强地反映第二溶剂的特性。由于第二溶剂的特性是抑制功能性材料偏向贮液部的端部,因此功能层更易于变得平坦。在本申请中,意味着:在沸点差为9℃以下的情况下判断为沸点同等,但在该视为同样的范围内,在凸形状特性的溶剂的沸点比凹形状特性的溶剂沸点高的情况下,功能

层更易于变得平坦。

[0176] <关于  $\gamma$  值>

[0177] 对不实际形成功能层而能够根据墨的物性来简单地预测使用该墨形成的功能层的形状和平坦度PI的方法进行说明。

[0178] 图13是说明马兰戈尼数的图。如图13所示,参照马兰戈尼数可知,粘度和表面张力对流动性产生影响。由此得到启示,发明人想到了根据墨的粘度和墨的表面张力来预测功能层的平坦度PI的方法。

[0179] 具体来说,能够根据墨的粘度 $\eta(\text{mPa} \cdot \text{s})$ 和墨的表面张力 $\sigma(\text{mNm}^{-1})$ 的比 $(\sigma/\eta)$ 即  $\gamma$  值,预测功能层的平坦度PI。

[0180] 图14是总结  $\gamma$  值和平坦度PI之间的关系图。如图14所示,在墨为  $\gamma = 1.9$  的情况下,由该墨形成的功能层是平坦的,在墨为  $\gamma > 1.9$  的情况下,由该墨形成的功能层为凹形状,在墨为  $\gamma < 1.9$  的情况下,由该墨形成的功能层为凸形状。即,能够以  $\gamma = 1.9$  为阈值将功能层的形状分为凹形状和凸形状。

[0181] 并且,  $\gamma = 1.9$  时的功能层的平坦度为  $PI = 0\text{nm}$ ,  $\gamma < 1.9$  时的功能层的平坦度为  $PI > 0\text{nm}$ ,  $\gamma > 1.9$  时的功能层的平坦度为  $PI < 0\text{nm}$ 。即,墨的  $\gamma$  值越接近1.9,越为能够形成平坦性良好的功能层的墨。

[0182] 图15和图16是表示对  $\gamma$  值和平坦度PI之间的关系的研究结果的图。墨粘度 $\eta$ 使用粘度计AR-G2(TA Instruments)来测定。墨表面张力 $\gamma$ 使用表面张力计DSA100(KRUSS制)来测定。

[0183] 如图15和图16所示,对于由各种单独类墨假定制作的功能层、由混合类墨形成的功能层,对  $\gamma$  值和平坦度PI的相关性进行了评价,其结果,确认到:在  $\gamma < 1.9$  的情况下平坦度  $PI > 0$ ,在  $\gamma > 1.9$  的情况下平坦度  $PI < 0$ ,  $\gamma$  值和平坦度PI具有相关关系。另外,同样地,对于  $\gamma$  值和平坦度  $PI_M$  的相关性,确认到:在  $\gamma < 1.9$  的情况下平坦度  $PI_M > 0$ ,在  $\gamma > 1.9$  的情况下平坦度  $PI_M < 0$ ,两者具有相关关系。

[0184] 由以上可知,若调整墨以使  $\gamma = 1.9$ ,则能获得能够形成平坦性良好的功能层的墨。

[0185] 在此,优选第一溶剂和第二溶剂按使得功能层的上面的高度从两端部到中央部均相等、且功能层的膜厚从两端部到中央部均相等的混合比来混合。为此,优选按使得平坦度为  $PI = 0\text{nm}$  的混合比来混合。因此,优选混合功能性材料、第一溶剂以及第二溶剂以使  $\gamma = 1.9$ 。并且,认为根据使用了第一溶剂的单独类墨的  $\gamma$  值和使用了第二溶剂的单独类墨的  $\gamma$  值来算出  $\gamma$  值为1.9的墨的混合比。

[0186] <功能层的膜厚的影响>

[0187] 研究了功能层的膜厚对以  $\gamma = 1.9$  为阈值的评价产生的影响。图17和图18是表示功能层的膜厚对平坦度PI产生的影响的研究结果的图。如图17所示,对于由各种单独类墨假定制作的功能层和由混合类墨形成的功能层,评价了各种膜厚的功能层的平坦度PI和平坦度  $PI_M$ 。按膜厚总结其结果可知,在图18(a)所示的膜厚为80nm的情况、图18(b)所示的膜厚为5nm的情况、图18(c)所示的膜厚为90nm的情况中的任一情况下,平坦度PI为正还是为负的阈值均为  $\gamma = 1.9$ 。

[0188] 根据以上研究得到了如下结论:功能层的膜厚对于将  $\gamma = 1.9$  作为阈值来评价平坦度PI并不会产生特别的影响。严格来说,确认到:功能层的膜厚至少在5nm~90nm的范围内

对将  $\gamma = 1.9$  作为阈值来评价平坦度PI不会产生影响。

[0189] <堤形状的影响>

[0190] 以上说明的实验全部是使用线堤(Line bank)的有机发光元件来进行实施的实验,但也对在像素堤的情况下是否也能获得同样的结果也进行了确认。

[0191] 图19是说明像素堤情况下的功能层的两端部的图。如图19所示,像素堤的功能层在俯视时具有矩形状,该情况下,本实施方式的有机发光元件的发光区域的两端对应于功能层的短边方向,图19中,由“L”和“R”表示的位置为功能层的两端部L、R。另外,由“C”表示的位置是功能层的中央部C,由“M<sub>L</sub>”、“M<sub>R</sub>”表示的位置是功能层的两中间部M<sub>L</sub>、M<sub>R</sub>。在实验中,在功能层的短边方向的宽度一定的范围、即图19中“P<sub>1</sub>”和“P<sub>2</sub>”之间的范围内,在功能层的长边方向的中间即“P<sub>3</sub>”的位置测定了功能层的形状。

[0192] 图20是表示像素堤情况下的  $\gamma$  值和平坦度PI之间的关系的研究结果的图。如图20所示,在像素堤的情况下,也和线堤同样地,平坦度PI为正还是为负的阈值为  $\gamma = 1.9$ 。

[0193] [有机发光元件]

[0194] 图21是表示本发明一种方式的有机发光元件的各层的层叠状态的示意图。如图21所示,有机显示面板110具有在本发明一种方式的有机发光元件(功能性部件)111上隔着密封材料112贴合了滤色片基板113的结构。

[0195] 有机发光元件111是RGB的各子像素配置成线状或矩阵状而成的顶部发射型的有机发光元件,各子像素为在TFT基板1上层叠了各层的层叠构造。

[0196] 在TFT基板1上呈线状或矩阵状形成有构成第一电极的第一阳电极2和第二阳电极3,在该阳电极2、3上层叠有空穴注入层4。在空穴注入层4上形成有规定子像素的堤5,空穴输送层6和有机发光层7按该顺序层叠于由该堤5规定的区域内。进一步,在有机发光层7上,电子输送层8、作为第二电极的阴电极9以及封止层10形成为分别超过由堤5规定的区域而与相邻的子像素的电子输送层8、阴电极9以及封止层10连续。

[0197] 由堤5规定的区域为空穴注入层4、空穴输送层6、有机发光层7以及电子输送层8按该顺序层叠而成的多层层叠构造,由该层叠构造构成了功能层。功能层也可以包含电子注入层等其他层。

[0198] 作为功能层的代表性结构,能够举出(1)空穴注入层/有机发光层、(2)空穴注入层/空穴输送层/有机发光层、(3)空穴注入层/有机发光层/电子注入层、(4)空穴注入层/空穴输送层/有机发光层/电子注入层、(5)空穴注入层/有机发光层/空穴阻止层/电子注入层、(6)空穴注入层/空穴输送层/有机发光层/空穴阻止层/电子注入层、(7)有机发光层/空穴阻止层/电子注入层、(8)有机发光层/电子注入层等的元件结构。

[0199] TFT基板1是例如在由无碱玻璃、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、硅类树脂或者氧化铝等的绝缘性材料形成的基底基板上形成有无定形TFT(有机发光元件驱动电路)的基板。

[0200] 第一阳电极2例如由Ag(银)、APC(银、钡、铜的合金)、ARA(银、铷、金的合金)、MoCr(钼和铬的合金)、或者NiCr(镍和铬的合金)等形成。在为顶部发射型的有机发光元件的情况下,优选由光反射性的材料形成。

[0201] 第二阳电极3介于第一阳电极2和空穴注入层4之间,具有使各层间的接合性良好

的功能。

[0202] 空穴注入层4优选例如由金属氧化物、金属氮化物、或者金属氮氧化物等的金属化合物形成。在空穴注入层4由金属氧化物形成的情况下,容易注入空穴,因此在有机发光层7内电子有效地作用于发光而能够获得良好的发光特性。作为金属氧化物,能够举出例如从Cr(铬)、Mo(钼)、W(钨)、V(钒)、Nb(铌)、Ta(钽)、Ti(钛)、Zr(锆)、Hf(铪)、Sc(钪)、Y(钇)、Th(钍)、Mn(锰)、Fe(铁)、Ru(钌)、Os(锇)、Co(钴)、Ni(镍)、Cu(铜)、Zn(锌)、Cd(镉)、Al(铝)、Ga(镓)、In(铟)、Si(硅)、Ge(锗)、Sn(锡)、Pb(铅)、Sb(锑)、Bi(铋)、以及La(镧)到Lu(镱)的所谓稀土类元素等的氧化物。其中,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(氧化铝)、CuO(氧化铜)以及SiO(氧化硅)对长寿命化特别有效。

[0203] 堤5优选例如由树脂等有机材料或玻璃等无机材料形成。有机材料的例子中可以举出丙烯类树脂、聚酰亚胺类树脂、酚醛清漆(novoIac)型酚醛树脂等,无机材料的例子中可以举出SiO<sub>2</sub>(二氧化硅)、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(氮化硅)等。堤5优选具有有机溶剂耐性,另外优选能某种程度地透射可见光,更优选具有绝缘性,而且由于有时会被进行蚀刻处理、烘焙处理等,所以优选由对这些处理的耐性高的材料形成。

[0204] 另外,堤5可以是线堤,也可以是像素堤。在为线堤的情况下,堤5形成为按列或行划分多个子像素,堤5仅存在于有机发光层7的行方向两侧或列方向两侧,有机发光层7成为同列或同行的有机发光层7连续的结构。另一方面,在为像素堤的情况下,堤5形成为按各子像素围绕有机发光层7的整个外周。

[0205] 空穴输送层6具有将从阳电极2、3注入的空穴输送给有机发光层7的功能,例如,优选由掺杂了聚苯乙烯磺酸(polystyrene sulfonate)的聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PEDOT-PSS)或其衍生物(共聚物等)形成。

[0206] 有机发光层7具有利用电致发光现象发光的功能,例如,优选由本发明一种方式的墨中所包含的功能性材料构成。作为对有机发光层7是否为通过本发明一种方式的有机发光元件用墨、有机发光元件的制造方法以及功能层的形成方法获得的有机发光层进行确认的方法,能举出例如测定有机发光层7中的第一溶剂和第二溶剂的残留量。

[0207] 作为一个例子,对于制作使用CHB作为第一溶剂、使用HB作为第二溶剂的墨、使用该墨通过旋涂法来形成有机发光层7、进行3分钟的真空干燥、并在170℃下进行30分钟的烘焙处理而形成的有机发光层7,选取该有机发光层7,通过气体色谱法进行了分析的结果,CHB的残留量为0.64ng/cm<sup>2</sup>,HB的残留量为0.48ng/cm<sup>2</sup>。

[0208] 电子输送层8具有将从阴电极9注入的电子输送给有机发光层7的功能,例如,优选由钡、酞菁、氟化锂、或者它们的混合物等形成。

[0209] 阴电极9例如由ITO、IZO(氧化铟锌)等形成。在顶部发射型的有机发光元件的情况下,优选由光透射性材料形成。

[0210] 封止层10具有抑制有机发光层7等暴露于水分、空气中的功能,例如,由SiN(氮化硅)、SiON(氮氧化硅)等材料形成。在顶部发射型的有机发光元件的情况下,优选由光透射性材料形成。

[0211] 具有以上结构的有机发光元件111中,使用平坦性良好的墨形成有机发光层7,因此发光特性良好。

[0212] [有机发光元件的制造方法]

[0213] 基于图22和图23来说明本发明一种方式的有机发光元件的制造方法。一并说明本发明一种方式的有机发光元件用墨的制造方法和功能层的形成方法。图22和图23是用于说明本发明一种方式的有机发光元件的制造方法的工序图。

[0214] 首先,准备如图22(a)所示的上面被保护抗蚀剂保护的TFT基板1。

[0215] 接着,如图22(b)所示,剥离覆盖TFT基板1的保护抗蚀剂,在TFT基板1上旋涂有机树脂,通过PR/PE(光致抗蚀剂/光刻)进行图案形成,由此如图22(c)所示形成平坦化膜1a(例如厚度4 $\mu$ m)。

[0216] 接着,如图22(d)所示,在平坦化膜1a上形成第一阳电极2。例如通过溅射由APC形成薄膜,通过PR/PE将该薄膜图案化为矩阵状,由此形成第一阳电极2(例如厚度150nm)。第一阳电极2也可以通过真空蒸镀等来形成。

[0217] 接着,如图22(e)所示,将第二阳电极3形成为矩阵状。例如通过由等离子体蒸镀法形成ITO薄膜,通过PR/PE使该ITO薄膜图案化,由此形成第二阳电极3(例如厚度110nm)。

[0218] 接着,如图22(f)所示,从第二阳电极3上形成空穴注入层4。通过溅射起到空穴注入功能的材料,并通过PR/PE使之图案化,由此形成空穴注入层4(例如厚度40nm)。空穴注入层4不仅形成在阳电极3上,而且还形成于TFT基板1的整个上面。

[0219] 接着,如图22(g)所示,在空穴注入层4上形成堤5。在空穴注入层4上形成堤5的区域,是与相邻的发光层预定形成区域彼此的边界相当的区域。通过形成堤材料层以使其覆盖空穴注入层4上的整体,并通过PR/PE将所形成的堤材料层的一部分除去,由此形成堤5(例如厚度1 $\mu$ m)。堤5可以是仅在列方向或行方向上伸长的条状的线堤,也可以是在列方向以及行方向上伸长的平面形状为井字状的像素堤。

[0220] 接着,如图23(a)所示,在堤5之间的凹部填充包含空穴输送层的材料的墨,并使其干燥,从而形成空穴输送层6(例如厚度20nm)。

[0221] 接着,如图23(b)所示,遍及TFT基板1上的整体,通过喷墨法在堤5之间的凹部填充本发明一种方式的有机发光元件用墨,在例如25 $^{\circ}$ C气氛的减压下对所填充的墨进行干燥、烘焙处理,从而形成有机发光层7(例如厚度5nm~90nm)。将墨填充到堤5之间的方法不限定为喷墨法,也可以为分配法、喷涂法、旋涂法、凹版印刷、凸版印刷等。

[0222] 详细而言,有机发光层7通过依次经过以下的第一至第六工序来形成。

[0223] 在第一工序中,制作并准备用于形成有机发光层7的墨。准备上述的功能性材料、第一溶剂以及第二溶剂,将该功能性材料、第一溶剂以及第二溶剂混合来制造墨。混合该功能性材料、第一溶剂以及第二溶剂时,可以按首先将第一溶剂和第二溶剂混合作为混合溶剂、然后使功能性材料溶解于该混合溶剂中的顺序来进行混合,也可以按首先使功能性材料溶解于一方的溶剂中、然后在其中加入另一方的溶剂的顺序来进行混合。

[0224] 在墨中除了第一溶剂和第二溶剂以外还包含第三溶剂的情况下,可以在使功能性材料溶解于第一溶剂和第二溶剂后加入第三溶剂,也可以首先使功能性材料溶解于第三溶剂,然后在其中加入第一溶剂和第二溶剂。

[0225] 对于第一溶剂和第二溶剂的混合,按使得功能层的上面的高度从两端部到中央部均相等、且功能层的膜厚从两端部到中央部均相等的混合比来混合。具体来说,例如按上述的混合比 $\alpha/\beta$ 来混合第一溶剂和第二溶剂。

[0226] 在第二工序中,将所述墨填充到具有墨喷出口的喷墨装置中。

[0227] 在第三工序中,准备具有包含第一电极的基底层基板。在本实施方式中,形成有第一阳电极2、第二阳电极3、空穴注入层4、堤5以及空穴输送层6的TFT基板相当于该基板。

[0228] 在第四工序中,从喷墨装置对空穴输送层6喷出墨液滴。

[0229] 在第五工序中,将通过第四工序喷出的墨液滴涂敷于空穴输送层6,形成墨液滴膜。

[0230] 在第六工序中,使第一溶剂和第二溶剂从墨液滴膜蒸发,将有机发光层7形成为从其两端部至中央部、其上面的高度均相等且其膜厚均相等。由于第一溶剂和第二溶剂的沸点同等,因此第一溶剂和第二溶剂同步蒸发。通过气氛环境对使第一溶剂和第二溶剂蒸发的定时进行控制。由于第一溶剂和第二溶剂同步蒸发,因此气氛环境的控制简单。同步不仅包含同时的情况,也包括在能够维持可获得平坦性良好的有机发光层7的混合比的程度下具有少许时差的情况。

[0231] 接着,如图23(c)所示,通过ETL蒸镀形成电子输送层8(厚度20nm)以覆盖堤5和有机发光层7。

[0232] 接着,如图23(d)所示,在功能层的上方形成具有与第一电极不同极性的第二电极(第七工序)。具体来说,通过等离子体蒸镀光透射性材料,从电子输送层8上形成阴电极9(厚度100nm)。

[0233] 接着,如图23(e)所示,通过CVD从阴电极9上形成封止层10(厚度1 $\mu$ m)。

[0234] 以上,可制作出顶部发射型的有机发光元件。

[0235] [有机显示装置]

[0236] 基于图24和图25,对本发明的一种方式的有机显示装置(显示装置)进行说明。图24是表示本发明的一种方式的有机显示装置的整体结构的图。图25是表示使用本发明的一种方式的有机显示装置的电视系统的立体图。

[0237] 如图24所示,有机显示装置100包括有机显示面板110和与其连接的驱动控制单元120。驱动控制单元120包括四个驱动电路121~124和控制电路125。在实际的有机显示装置100中,驱动控制单元120相对于有机显示面板110的配置和/或连接关系不限于此。

[0238] 具有以上结构的有机显示装置100,由于使用了发光特性良好的有机发光元件,因此画质优异。

[0239] [有机发光装置]

[0240] 图26是表示本发明的一种方式的有机发光装置(发光装置)的图。图26(a)是纵剖面图,图26(b)是横剖面图。如图26所示,有机发光装置200包括本发明的一种方式涉及的多个有机发光元件210、在上面安装有这些有机发光元件210的基底220、夹着这些有机发光元件210而安装于该基底220的一对反射部件230。各有机发光元件210与形成于基底220上的导电图案(未图示)电连接,使用由所述导电图案供给的驱动电力来进行发光。从各有机发光元件210出射的光的一部分的配光受反射部件230控制。

[0241] 具有以上结构的有机发光装置200,由于使用了发光特性良好的有机发光元件,因此发光特性优异。

[0242] [变形例]

[0243] 以上,具体说明了本发明一种方式的有机发光元件用墨、该墨的制造方法、有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能

性部件、显示装置以及发光装置,但上述实施方式是用于易于理解地说明本发明的结构和作用/效果的例子,本发明的内容不限定于上述实施方式。

[0244] 例如,在本发明一种方式的有机发光元件用墨中,在不损害第一溶剂和第二溶剂的特性(与功能层的形状有关的特性)的范围内,也可以包含功能性材料以外的溶质和/或除第一溶剂和第二溶剂以外的第三溶剂。第三溶剂可以为使得将第一溶剂和第二溶剂替换为第三溶剂而假定制作了功能层时、该假定制作的功能层呈凹形状或凸形状的溶剂。在墨中也可以还包含第四溶剂、第五溶剂或这以上的溶剂。另外,在墨中也可以包含功能性材料以外的溶质。

[0245] 在包含第一溶剂和第二溶剂以外的溶剂的情况下,优选该溶剂的沸点与第一溶剂和第二溶剂的沸点同等,或者与第一溶剂和第二溶剂的任一者的沸点差均为 $9^{\circ}\text{C}$ 以下。另外,优选墨在完成时为 $\gamma=1.9$ 。

[0246] 另外,本发明一种方式的有机发光元件用墨不限于用于形成有机发光层的墨,也可以是用于形成空穴输送层、电子输送层、空穴注入层、电子注入层、阻挡层等有机发光层以外的功能层的墨。进一步,本发明一种方式的有机发光元件用墨不限于用于有机发光元件,也可以用于无机发光元件。

[0247] 另外,本发明一种方式的有机发光元件用墨也可以为混合多种调整过形状特性的单独类墨而得的墨。

[0248] 即,在上述实施方式中,选择在为单独类墨的情况下可使功能层形成为凹形状的溶剂和在为单独类墨的情况下可使功能层形成为凸形状的溶剂,通过调整这些溶剂的混合比,得到合适的混合溶剂,使用该混合溶剂制作了能形成平坦形状的功能层的墨。但是,本发明一种方式的有机发光元件用墨不限于此,也可以是预先调整多种单独类墨以使得每一种墨的情况下的功能层的形状尽量平坦,混合多种该调整过的单独类墨,由此制作能够形成平坦形状的功能层的墨。

[0249] 具体来说,在仅使用一方的溶剂所形成的功能层的凹凸形状显著的情况下,预先调整所述溶剂的浓度和/或分子量,使得所述功能层的形状平坦。并且,能够举出通过将所述调整了浓度和/或分子量后的一方的溶剂和其他的溶剂混合来使功能层的形状平坦的方法。

[0250] 例如,在为能使功能层形成为凹形状的单类墨的情况下,在能够由喷墨装置喷出的范围内,通过提高功能性材料的浓度,能够实现使功能层接近平坦的调整。另外,通过增大所使用的功能性材料的分子量,也能够实现功能层的凸形状化。另一方面,在为能使功能层形成为凸形状的单类墨的情况下,通过降低墨的浓度或减小功能性材料的分子量,能够使功能层接近平坦。

[0251] 另外,上述中的功能层的形状是指涂敷墨后立即使其干燥的情况下所形成的功能层的形状。也即是,本发明一种方式的有机发光元件用墨涉及在涂敷墨后不放置的条件下形成平坦的功能层的方法。如此,若是涂敷墨后不放置的结构,则由于不需要放置时间,因此能够相应地缩短有机发光面板的制造时间,这更加实用。

[0252] 另外,本发明一种方式的有机发光元件用墨不限于混合溶剂类,也可以应用于单独溶剂。

[0253] 即,也可以是包含构成有机发光元件的功能层的功能性材料、和用于溶解功能性

材料的单一溶剂的有机发光元件用墨。在该情况下,将粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>)的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时,只要在使 $\gamma$ 等于1.9的范围内,就能够预见(预料)与上述实施方式同样的效果。

[0254] 但是,对于在单独溶剂类的情况下调整功能层的形状、即设定 $\gamma$ 值,初看会觉得比使用两种以上的溶剂的混合溶剂类的情况困难。在此,对于表面张力,在为如喷墨用墨的低浓度墨的情况下,墨所使用的溶剂的表面张力的变动微小,但是墨粘度随着浓度和/或分子量的变化而会较大地变动。由此,在单独溶剂类的情况下,能够通过控制墨粘度将 $\gamma$ 值调整到1.9附近。

[0255] 具体来说,对墨调整墨浓度和/或聚合物的分子量。例如,在功能层具有凹形状的情况下,通过使墨浓度增大和/或使聚合物的分子量增大,使墨粘度增大,将 $\gamma$ 值调整至1.9附近。另一方面,在功能层具有凸形状的情况下,通过使墨浓度降低和/或使聚合物的分子量降低,使墨粘度下降,将 $\gamma$ 值调整为1.9附近。

[0256] 如上所述,在单独溶剂类的情况下,也能够使功能层的形状平坦化。

[0257] 具体来说,上述单一溶剂类的有机发光元件用墨可以用下述的制造方法来制造。

[0258] 即,一种墨的制造方法,包括:第一工序,混合构成有机发光元件的功能层的功能性材料和用于溶解所述功能性材料的溶剂而假定制作墨;第二工序,求出所述假定制作的墨的表面张力 $\sigma$ (mNm<sup>-1</sup>);第三工序,将粘度 $\eta$ (mPa·s)和表面张力 $\sigma$ 的比( $\sigma/\eta$ )设为 $\gamma$ 时,求出满足墨的 $\gamma$ 等于1.9的粘度 $\eta$ ;第四工序,基于所述求得的粘度 $\eta$ ,通过粘度 $\eta$ 和墨浓度之间的关系求出墨浓度;第五工序,混合所述功能性材料和所述溶剂来调制墨以使其满足所述求得的墨浓度。

[0259] 根据图15所示的结果,认为:在混合溶剂类、单一溶剂类的任一溶剂下, $\gamma$ 值都优选大于1.87且小于1.94,该范围是 $\gamma$ 等于1.9的范围。

[0260] 另外,本发明一种方式的有机发光元件不限于顶部发射型元件,也可以为底部发射型元件。进一步,对于本发明一种方式的有机发光元件,在上述实施方式中,虽未提及有机发光层的发光色,但不限于单色显示,也可以适用于全色显示。在全色显示的有机发光元件中,有机发光元件相当于RGB各色的子像素,相邻的RGB的子像素合起来形成一个像素,该像素排列为矩阵状并形成图像显示区域。

[0261] 产业上的可利用性

[0262] 本发明一种方式的有机发光元件用墨能够广泛利用于通过湿式法进行的有机发光元件的制造工艺中。另外,本发明一种方式的有机发光元件能够广泛利用于例如无源矩阵型或有源矩阵型的有机显示装置和有机发光装置的所有领域等。

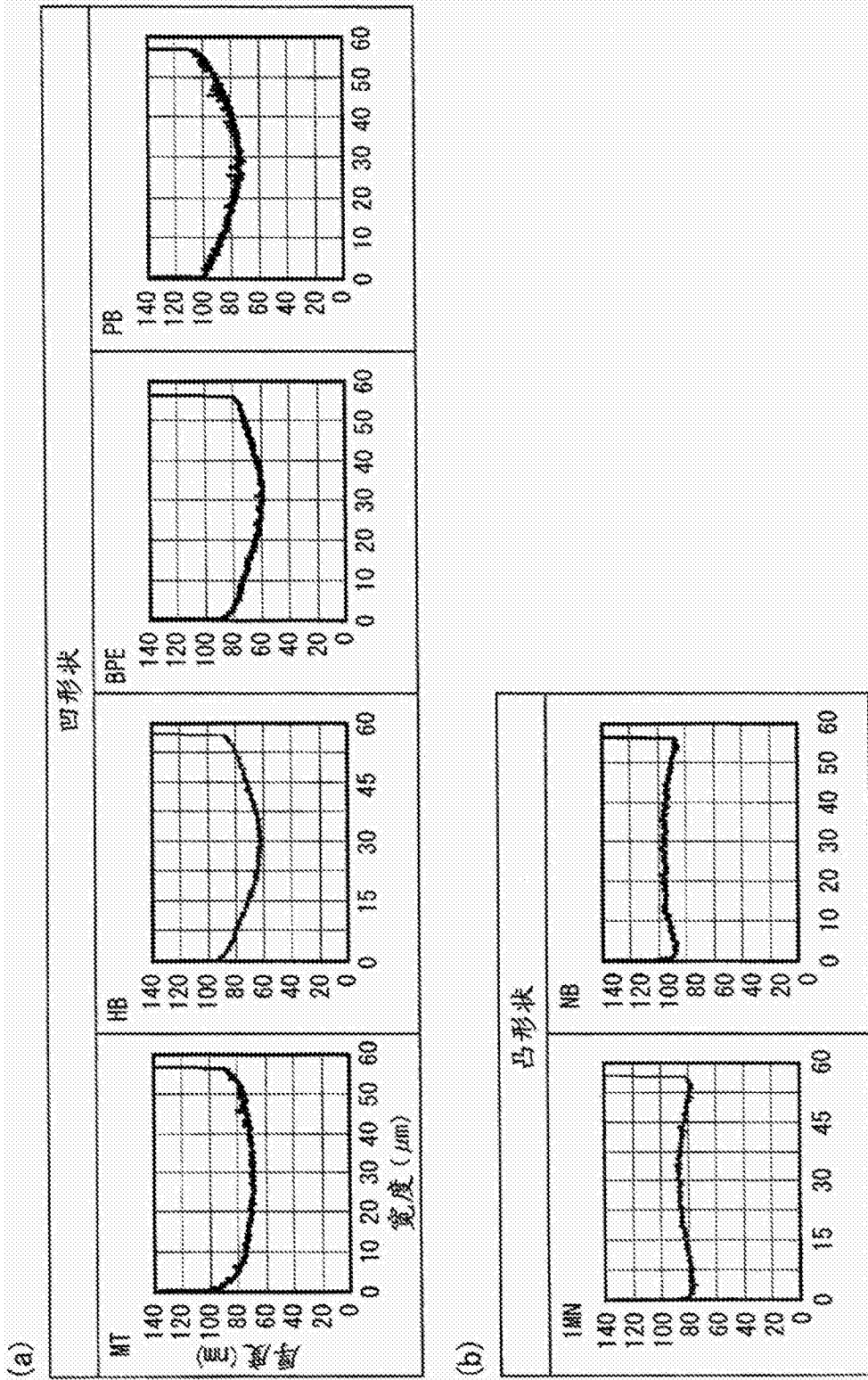


图1

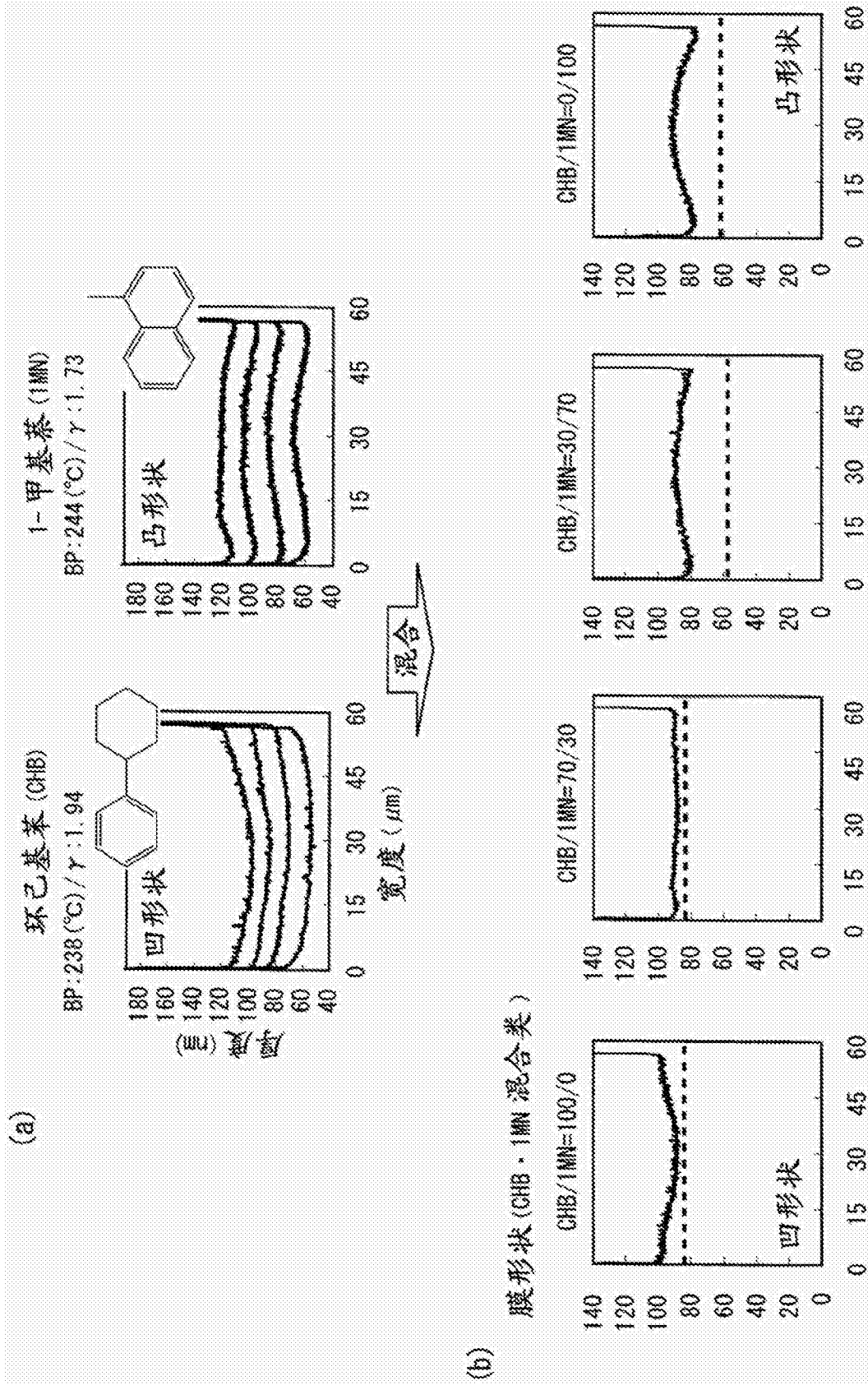


图2

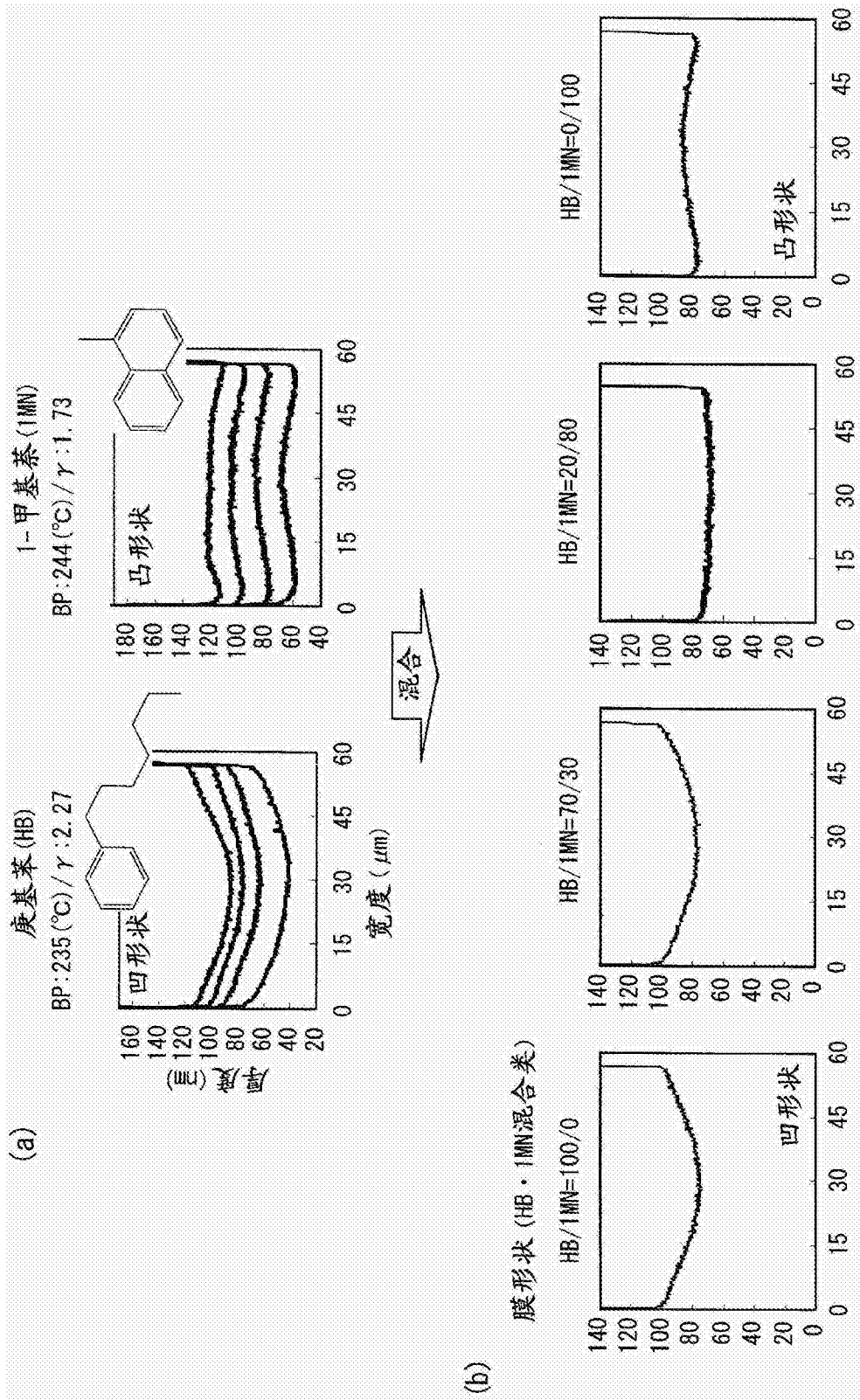


图3

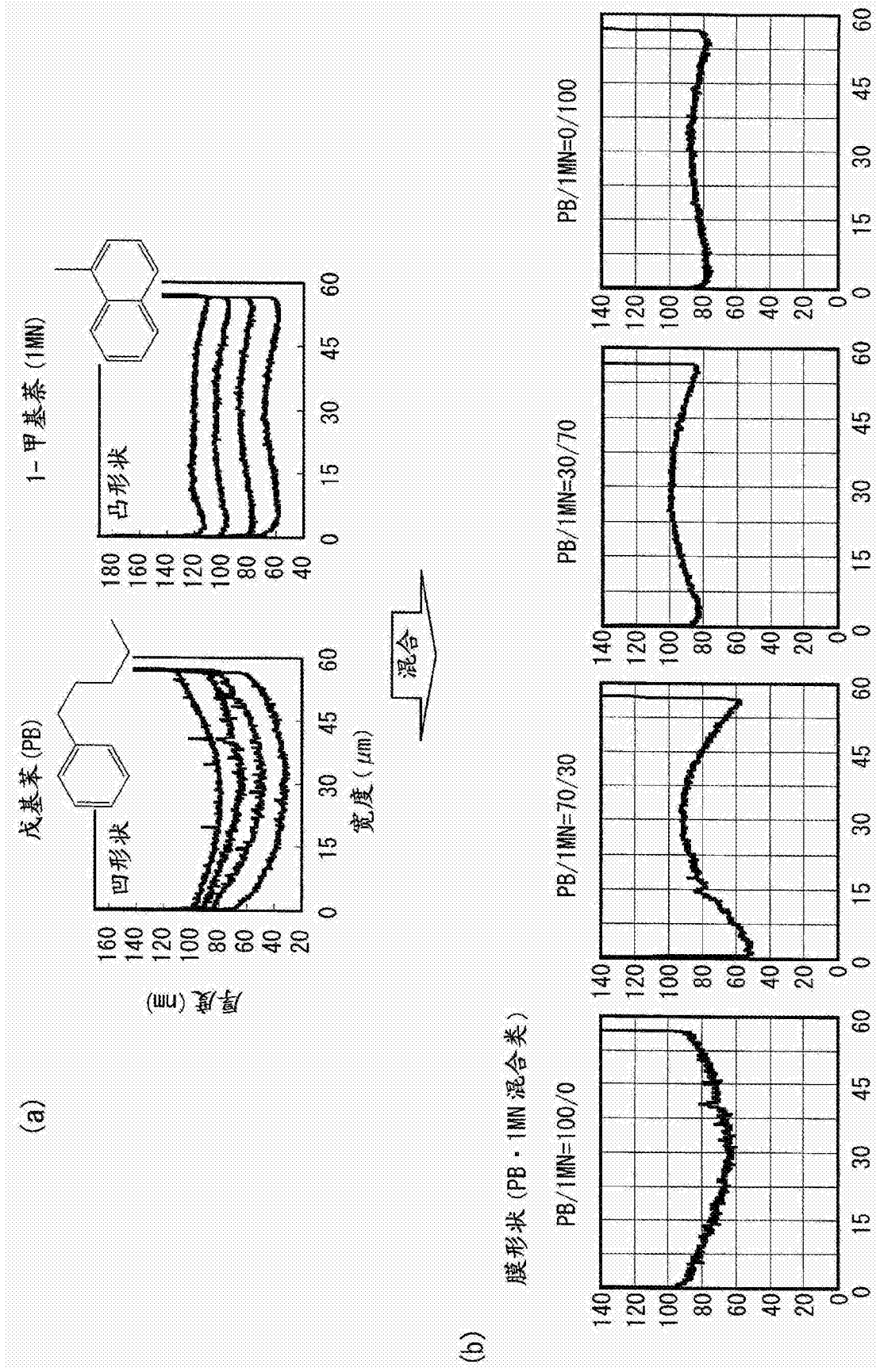


图4

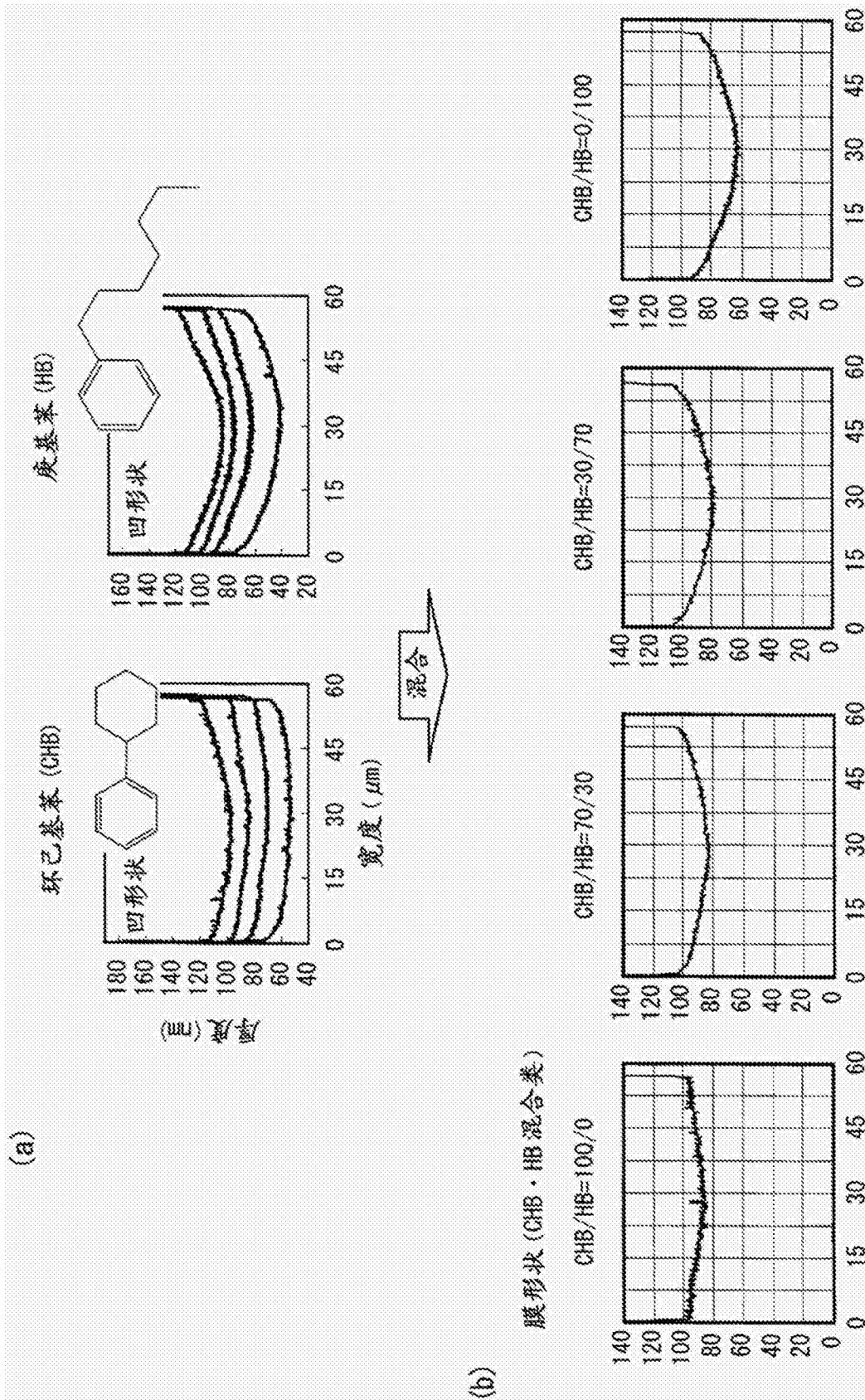


图5

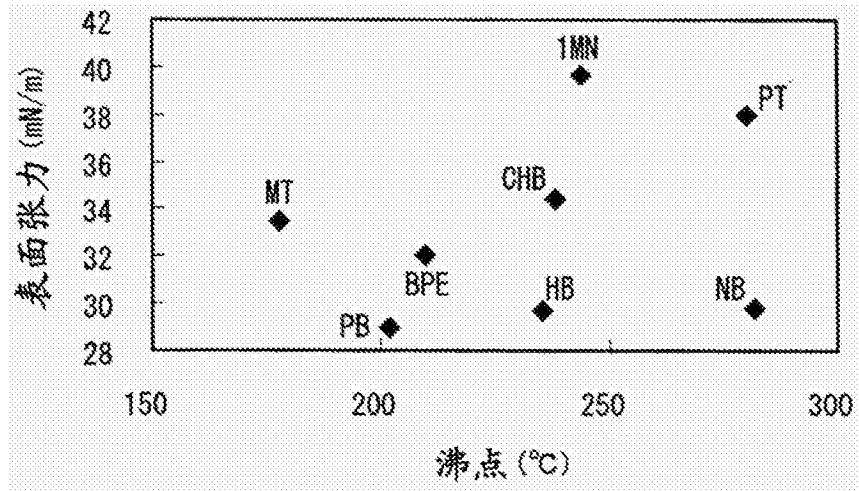


图6

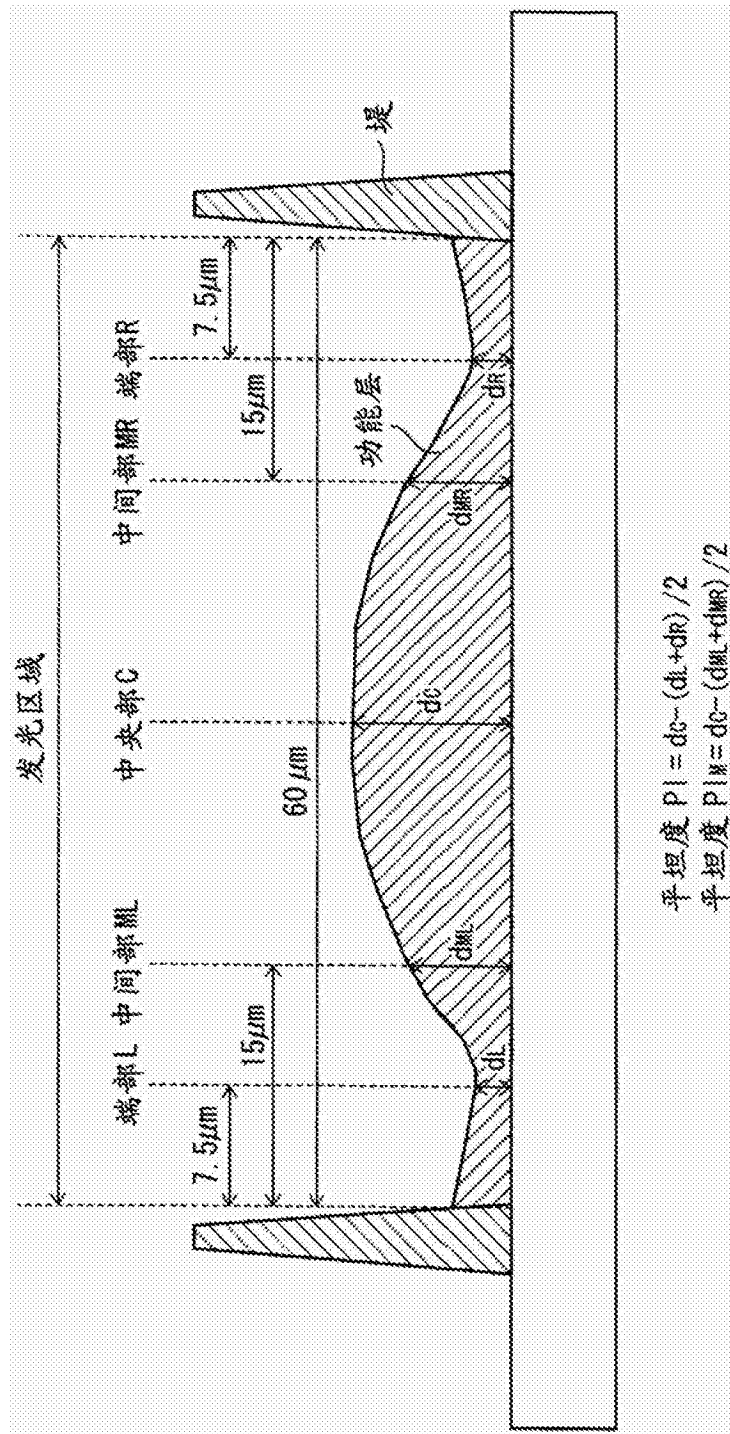


图7

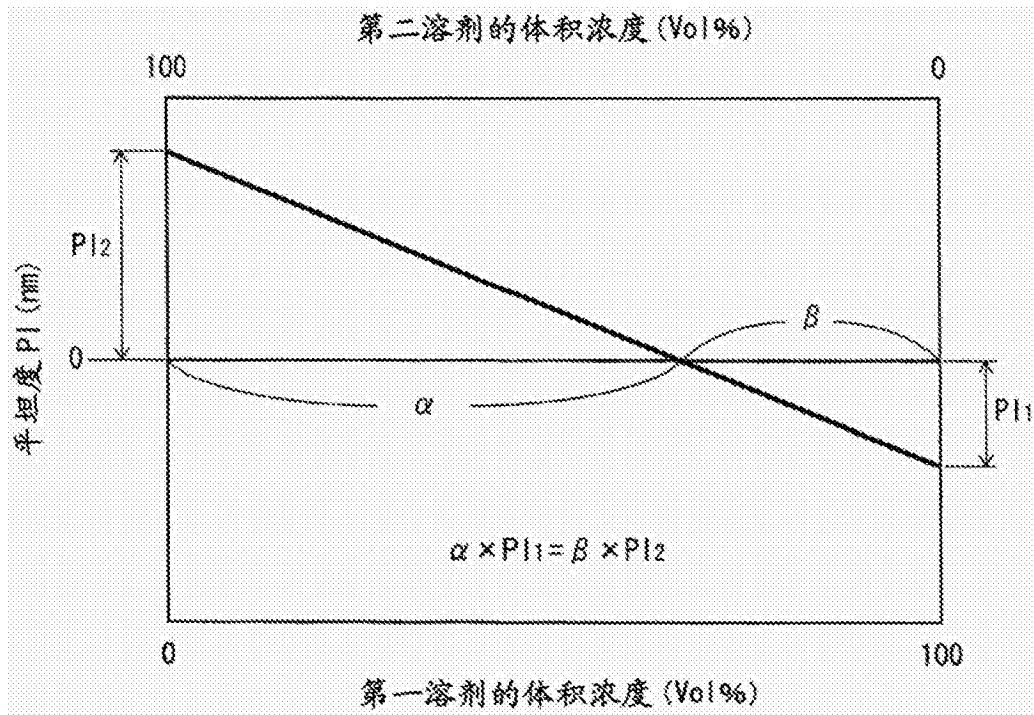


图8

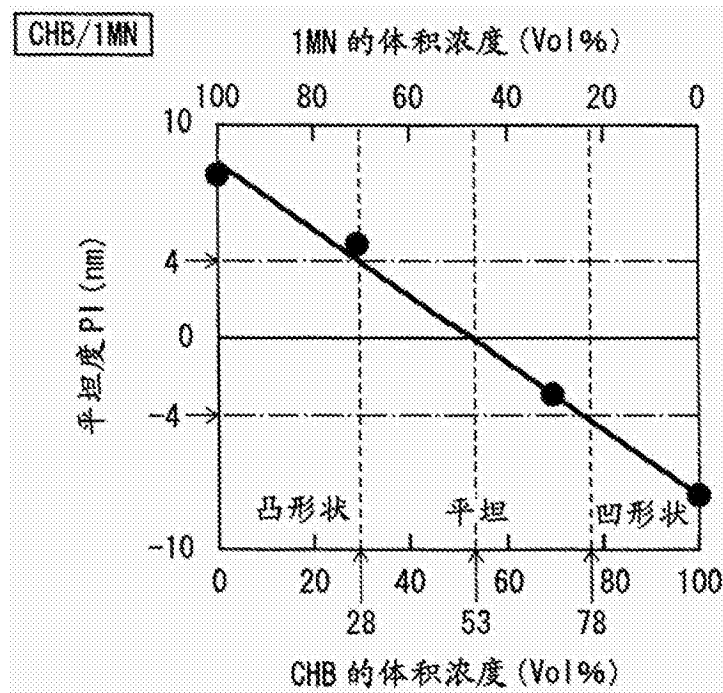


图9

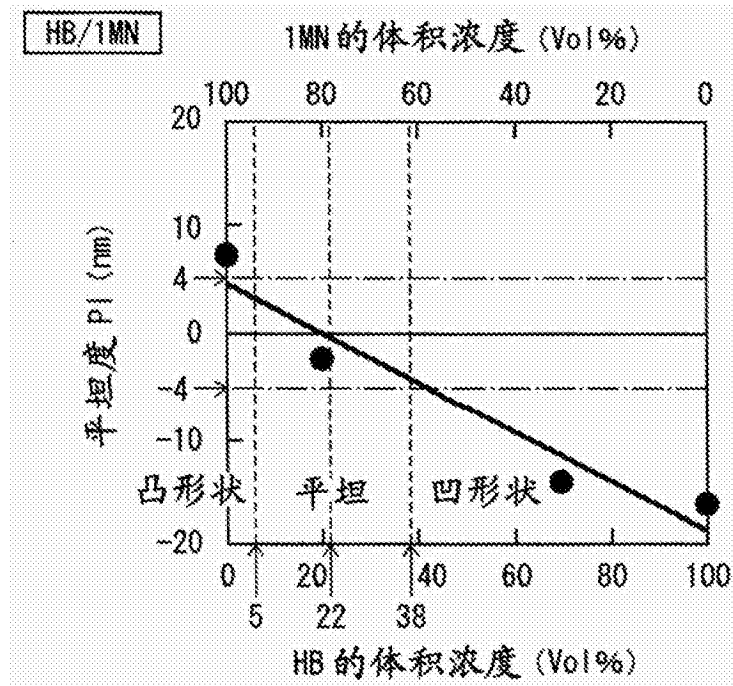


图10

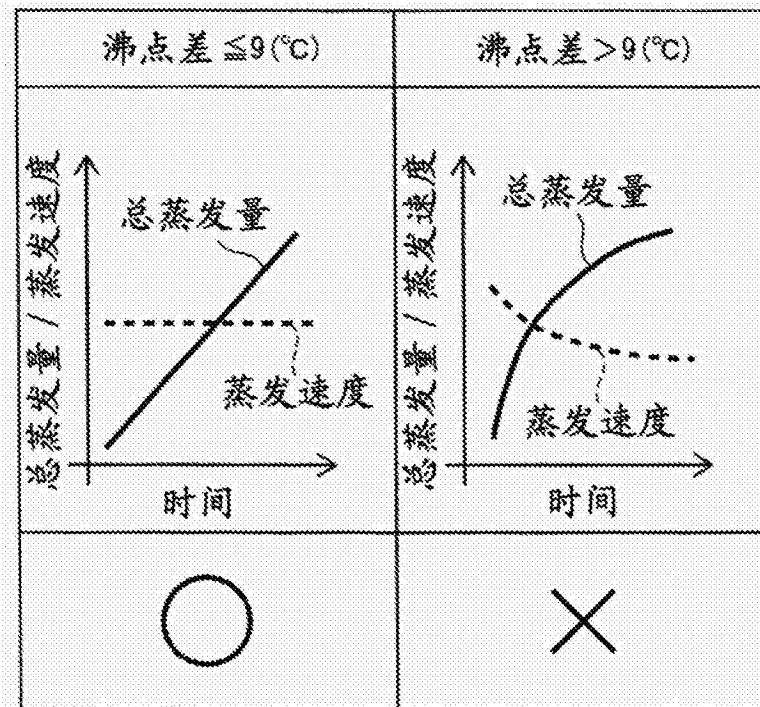


图11

溶剂	沸点(°C)	溶剂	沸点(°C)	沸点差(°C)	判定	补充
CHB	238	HB	235	3	○	凹形状(溶剂两方都为 $\gamma > 1.0$ )
CHB	238	1MN	244	6	○	平坦
HB	235	1MN	244	9	○	平坦
CHB	238	PB	202	36	×	凸形状(PB挥发、增粘)
PB	202	1MN	244	42	×	凸形状(PB挥发、增粘)
CHB	238	PT	280	42	×	平坦(PT高沸点、高粘度)
CHB	238	MT	178	60	×	凸形状(MT挥发、增粘)

图12

马兰戈尼数(Ma)

$$Ma = \frac{-\Delta T \cdot H \cdot \left(\frac{\partial \sigma}{\partial T}\right)}{\eta \cdot \alpha}$$

$\Delta T$ : 类的温度差(K)

H: 代表长(m)

$\sigma$ : 表面张力(N/m)

$\eta$ : 粘性系数(Pa·s)

$\alpha$ : 热扩散率(m<sup>2</sup>/c)

图13

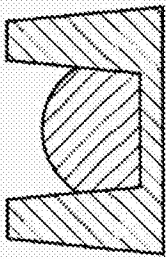
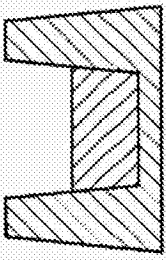
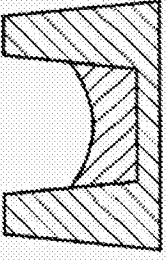
$\frac{\gamma}{[\text{表面张力 } \sigma \text{ (mNm}^{-1}) / \text{粘度 } \eta \text{ (mPas)}]}$	$< 1.9$	$1.9$	$> 1.9$
膜形状	 凸形状	 平坦	 凹形状
平坦度 $P1$ $[(d_c - (d_L + d_R)) / 2]$	$> 0$	$0$	$< 0$

图14

溶剂		粘度 (mPas)	表面张力 (mNm <sup>-1</sup> )	平坦度		$\gamma$
				PI	PI <sub>M</sub>	
PB		7.9	28.4	-15.2	-5.4	3.59
HB		13.2	30.0	-14.7	-4.3	2.27
NB		18.3	30.0	0.9	0.4	1.64
BPE		10.6	32.0	-14.9	-4.5	3.02
MT		5.7	33.5	-7.5	-1.8	5.88
CHB		17.7	34.4	-7.7	-2.4	1.94
PT		24.6	38.0	1.8	0.8	1.54
1MN		22.1	38.3	7.7	2.5	1.73
CHB/1MN	30/70	20.0	37.3	5.4	1.6	1.87
CHB/1MN	70/30	18.3	35.7	-3.7	-1.0	1.95
HB/CHB	30/70	16.0	33.2	-11.2	-3.6	2.08
HB/CHB	70/30	14.5	31.4	-12.4	-4.0	2.16
HB/1MN	70/30	15.1	32.5	-12.2	-2.6	2.15

图15

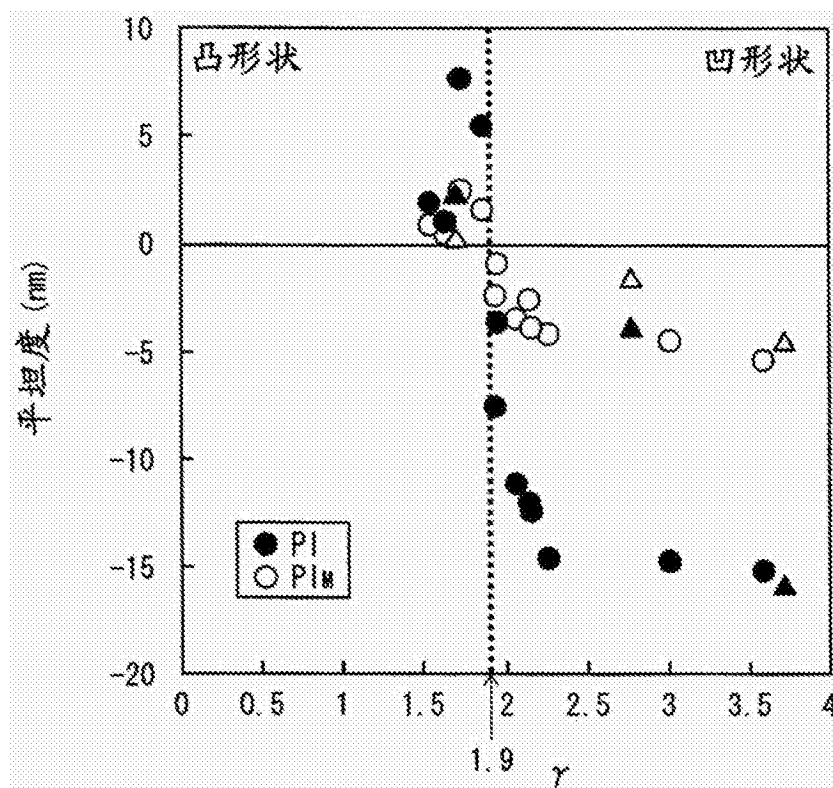


图16

溶剂	浓度(w/v%) F8-F6	粘度 (mPas)	表面张力 (mNm <sup>-1</sup> )	膜厚:80nm		膜厚:5nm		膜厚:90nm		r
				PI (nm)	PIW (nm)	PI (nm)	PIW (nm)	PI (nm)	PIW (nm)	
PB		7.9	28.4	-15.2	-5.4	-2.5	-0.4	-13.5	-5.9	3.59
HB		13.2	30.0	-3.8	-15.0	-2.1	-0.7	-14.2	-3.2	2.27
BPE		10.6	32.0	-14.9	-4.5	-2.3	-0.8	-13.3	-3.7	3.02
MT		5.7	33.5	-4.5	-1.6	-2.1	-0.7	-0.8	-0.4	5.88
PT		24.6	38.0	1.8	0.8	0.1	0.2	2.0	0.6	1.54
NB		18.3	30.0	0.8	0.5	0.1	0.1	2.5	1.0	1.64
CHB	1.2	17.7	34.4	-7.7	-2.5	-0.4	0	-8.9	-3.2	1.94
1MN		22.1	38.3	7.7	2.5	1.4	0.7	6.7	1.7	1.73
CHB/1MN 30/70		20.0	37.3	4.4	0.5	0.9	0.2	3.4	0.2	1.87
CHB/1MN 70/30		18.3	35.7	-2.8	-0.4	-0.4	-0.2	-4.4	-1.1	1.95
HB/CHB 30/70		16.0	33.2	-11.2	-3.6	-1.3	-0.3	-11.5	-4.0	2.08
HB/CHB 70/30		14.5	31.4	-14.1	-4.2	-1.5	-0.4	-14.4	-4.4	2.16
HB/1MN 70/30		15.1	32.5	-14.2	-3.9	-1.4	-0.2	-14.7	-4.5	2.15

图17

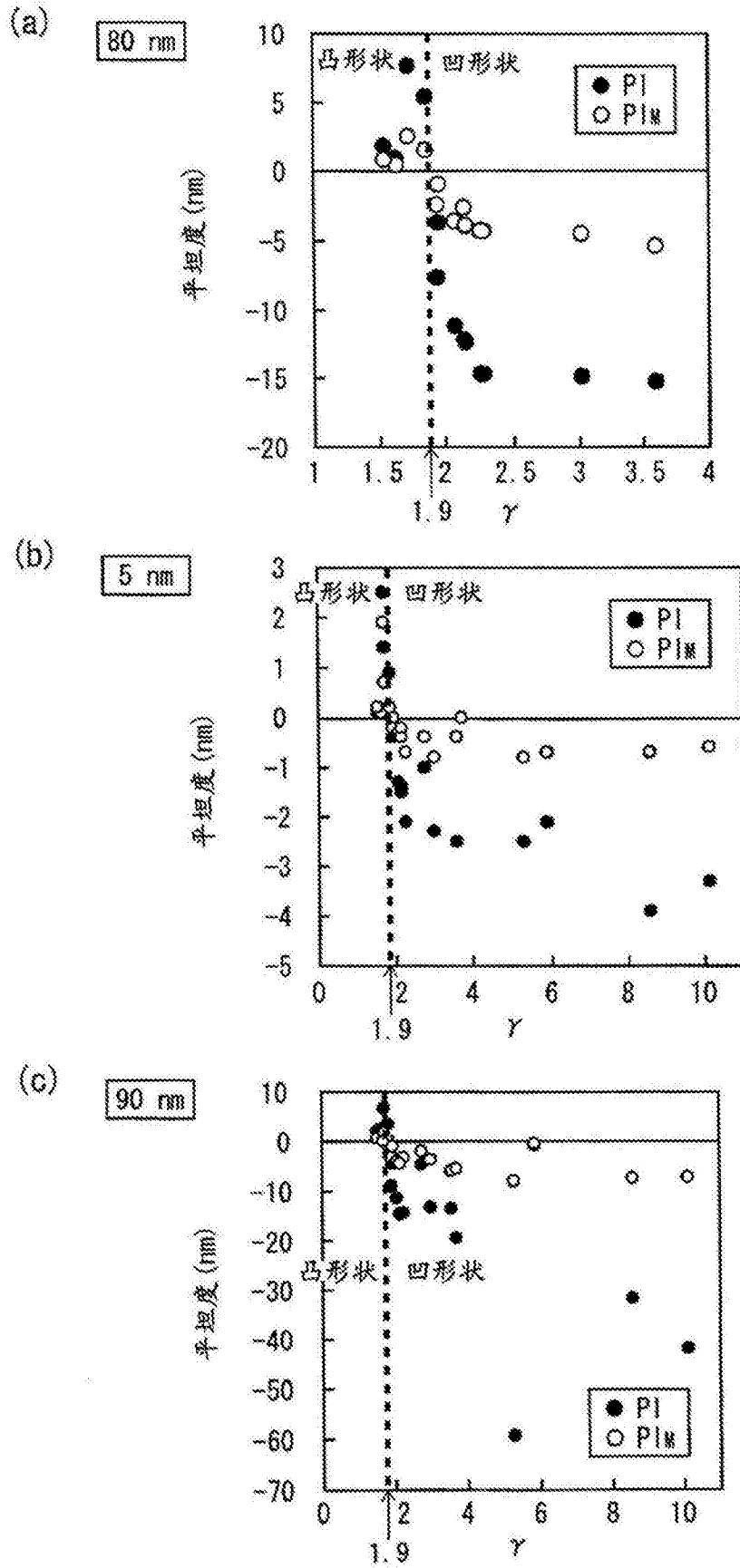


图18

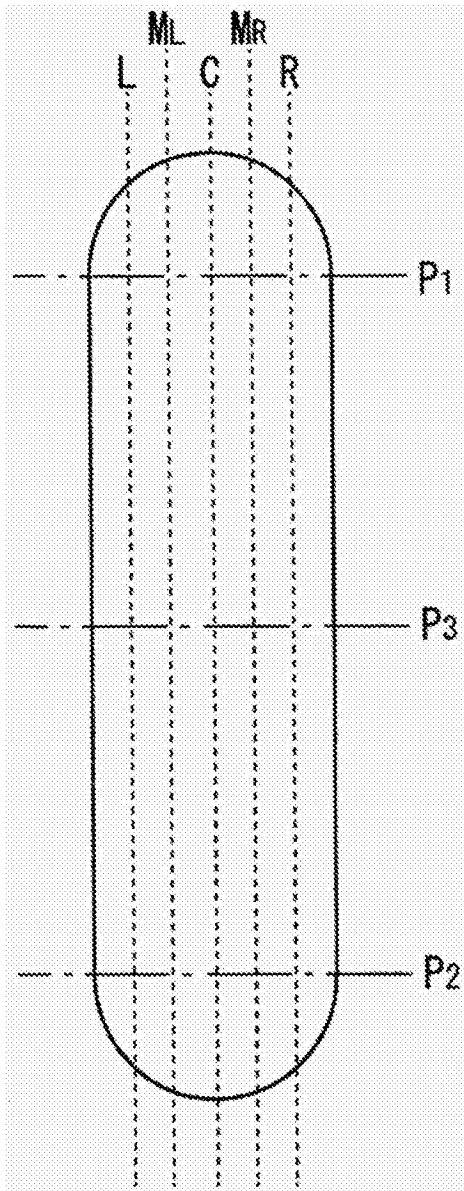


图19

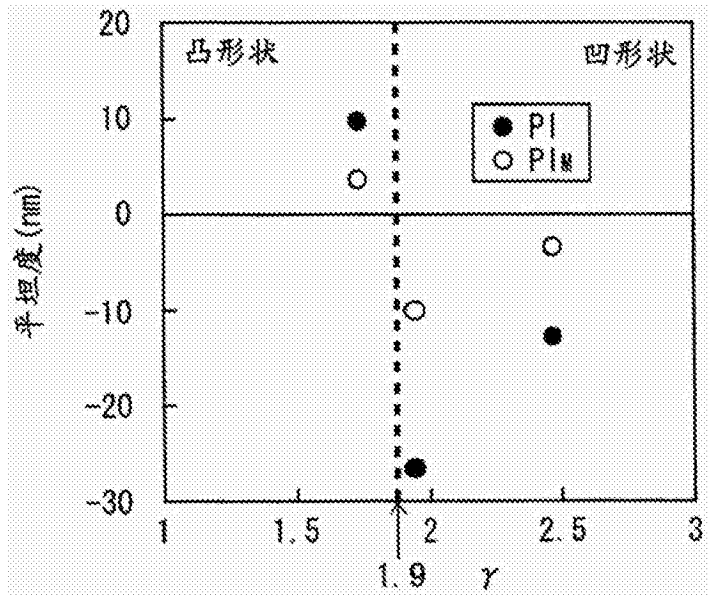


图20



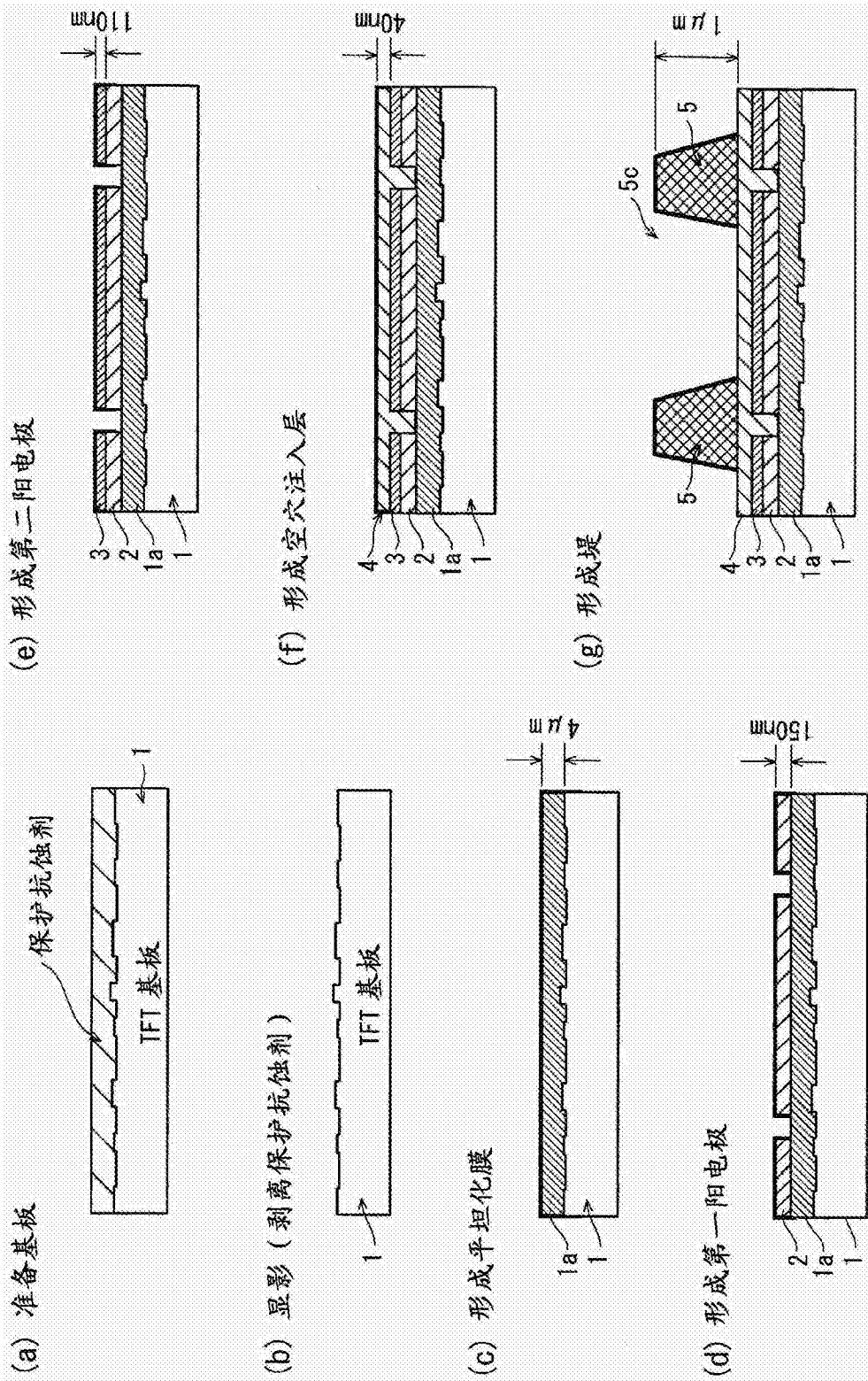


图22

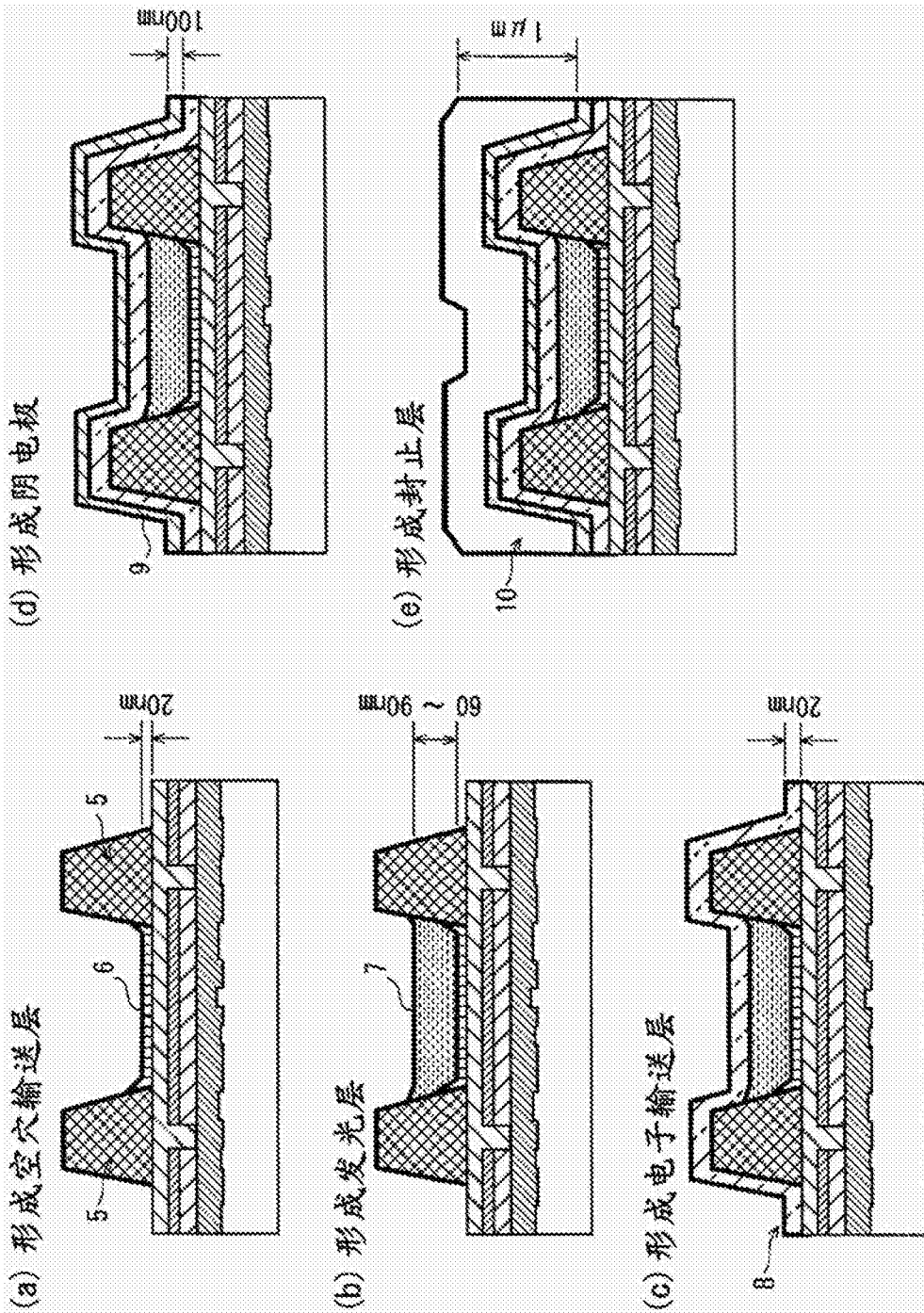


图23

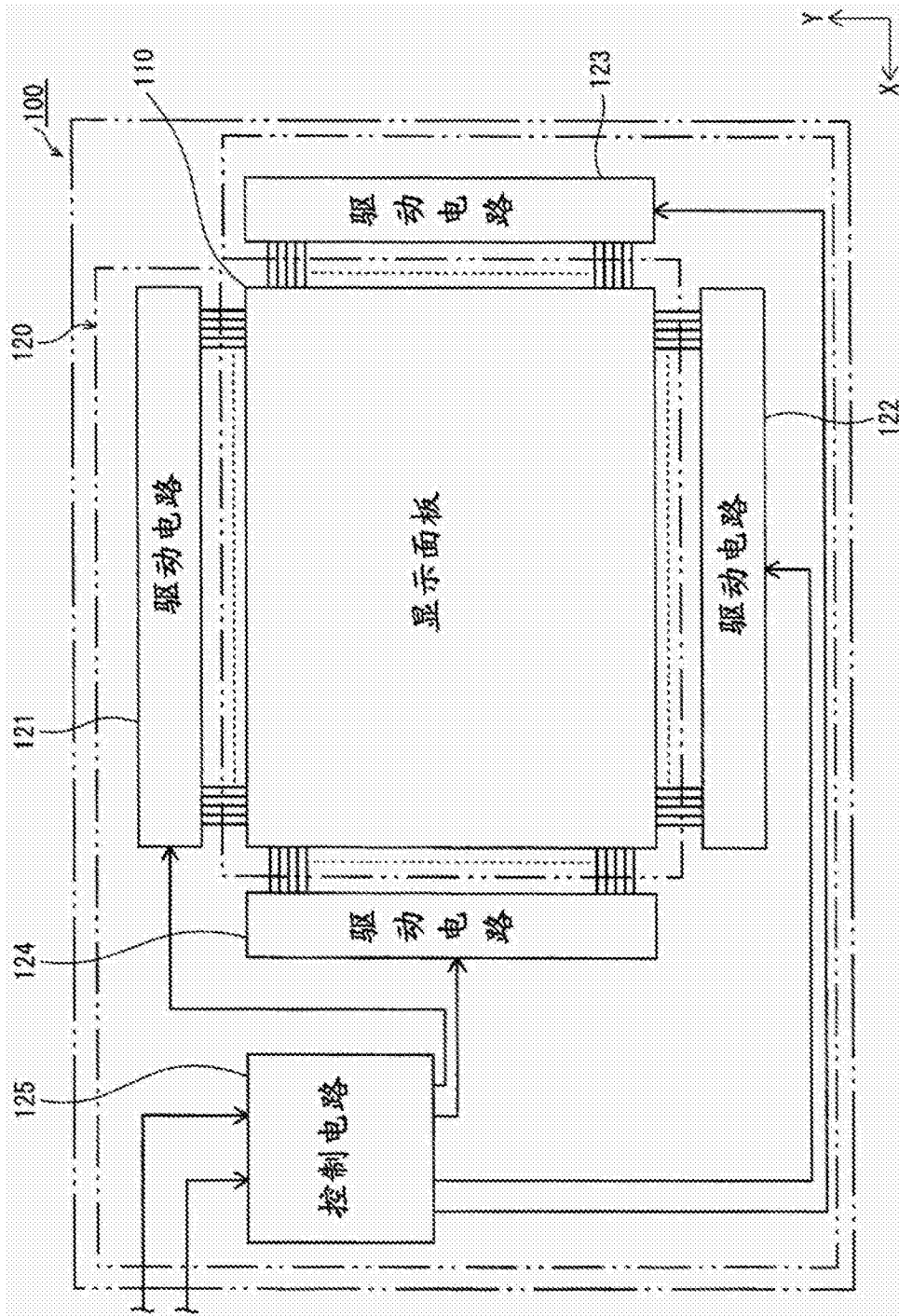


图24

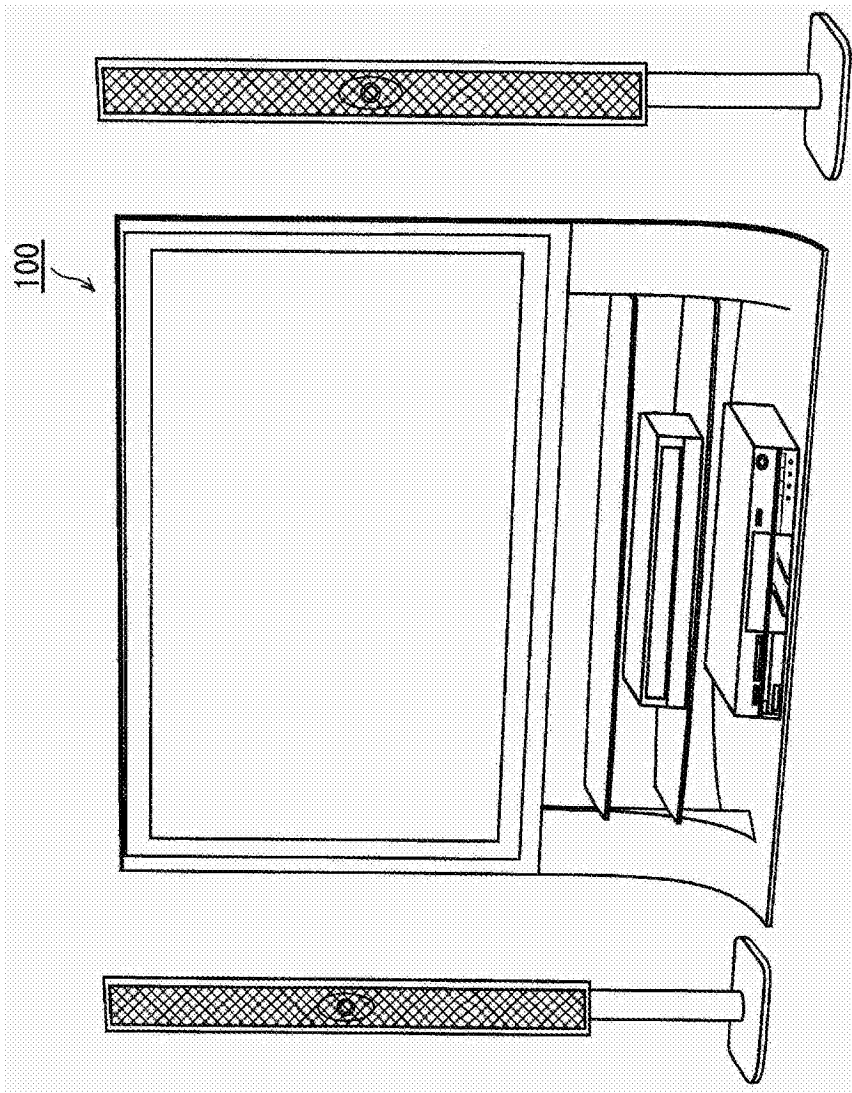


图25

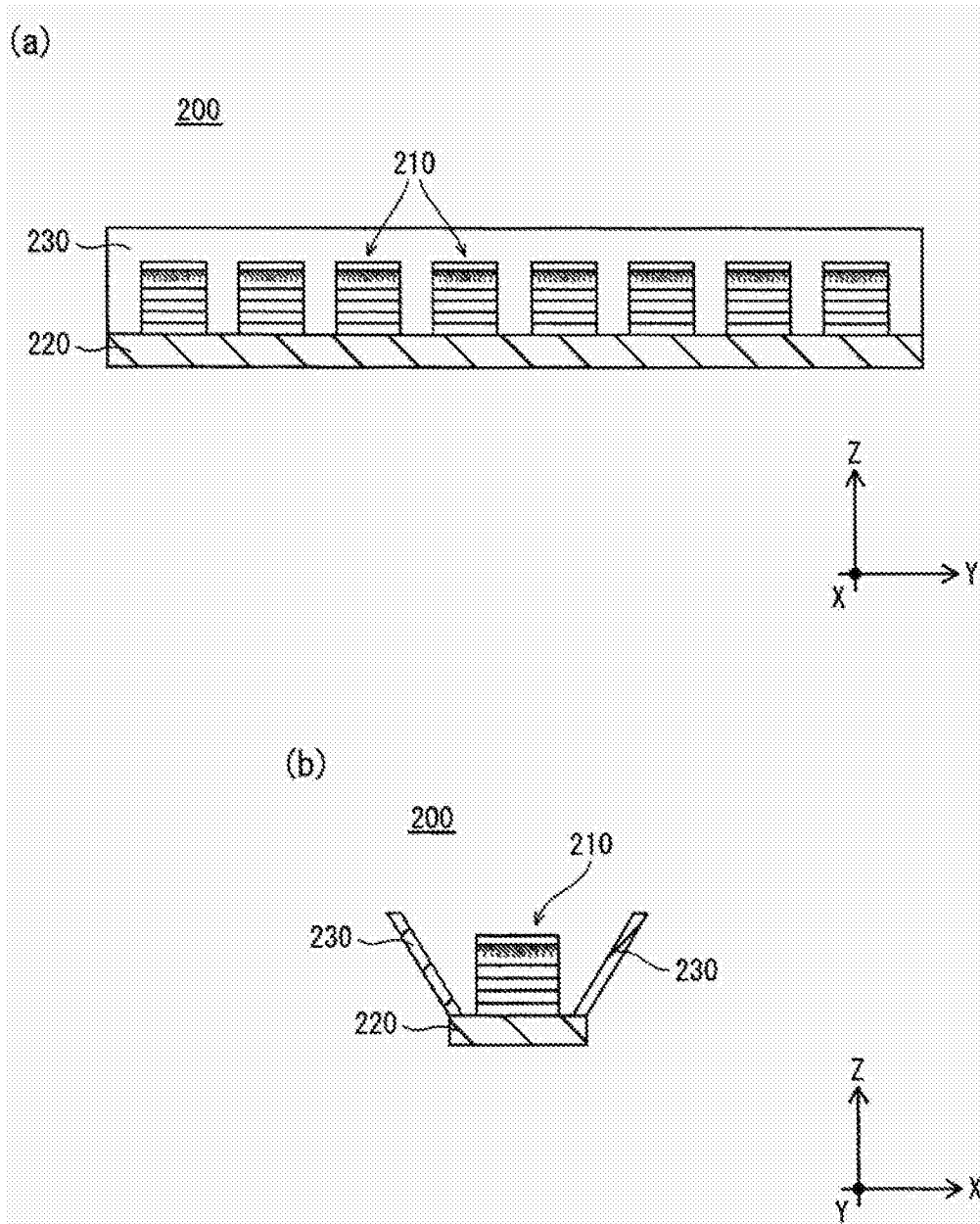

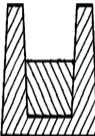
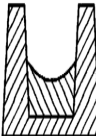


图26

专利名称(译)	有机发光元件的制造方法、有机发光元件、有机显示装置、有机发光装置、功能层的形成方法、功能性部件、显示装置以及发光装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN103141158B</a>	公开(公告)日	2016-06-22
申请号	CN201180007455.0	申请日	2011-09-28
[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)	株式会社日本有机雷特显示器		
[标]发明人	川浪悠子 石野真一郎 榊田知树 南野裕隆 松末哲征		
发明人	川浪悠子 石野真一郎 榊田知树 南野裕隆 松末哲征		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10 G09F9/30 H01L27/32 H05B33/12 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/50 H01L27/3246 H01L51/0005 H01L51/0007 H01L51/5088 H01L51/56		
代理人(译)	段承恩 徐健		
审查员(译)	邓辉		
其他公开文献	CN103141158A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

为了提供一种在通过湿式法形成有机发光元件的功能层时、能够形成平坦型良好的功能层的有机发光元件的制造方法，使用下述墨来形成功能层，所述墨具有第一溶剂、不同于所述第一溶剂的第二溶剂、以及溶解于所述第一溶剂和所述第二溶剂的、构成有机发光元件的功能层的功能性材料，所述第一溶剂是如下溶剂：在将所述第二溶剂替换为所述第一溶剂而假定制作了功能层时，在有机发光元件的发光区域，所述假定制作的功能层呈其两端部侧的膜厚比其中央部侧的膜厚厚、所述两端部侧的上面相比于所述中央部侧的上面而位于上方的形状，所述第二溶剂为如下溶剂：在将所述第一溶剂替换为所述第二溶剂而假定制作了功能层时，在有机发光元件的发光区域，所述假定制作的功能层呈其中央部侧的膜厚比其两端部侧的膜厚厚、所述中央部侧的上面相比于所述两端部侧的上面而位于上方的形状，所述第一溶剂和所述第二溶剂的沸点同等。

$\frac{\gamma}{\eta}$ [表面张力 $\sigma$ (mNm <sup>-1</sup> ) /粘度 $\eta$ (mPas)]	<1.9	1.9	>1.9
膜形状	 凸形状	 平坦	 凹形状
平坦度PI [(d <sub>c</sub> -(d <sub>l</sub> +d <sub>r</sub> ))/2]	>0	0	<0