



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102687592 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201080059449. 5

(22) 申请日 2010. 01. 08

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2012. 06. 26

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2010/000087 2010. 01. 08

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02011/083515 JA 2011. 07. 14

(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 仓田惠子 松末哲征 米田和弘

(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.

H05B 33/24(2006. 01)

H01L 51/50(2006. 01)

H05B 33/10(2006. 01)

H05B 33/12(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2006-179780 A, 2006. 07. 06, 说明书第 0022、0032-0038 段, 图 1-5.

CN 101582440 A, 2009. 11. 18, 说明书第 3 页第 3-23 行, 图 1.

EP 1052708 A2, 2000. 11. 15, 说明书第 0031-0039 段, 图 2.

CN 101138107 A, 2008. 03. 05, 全文.

US 2006/0232203 A1, 2006. 10. 19, 全文.

审查员 孔敏

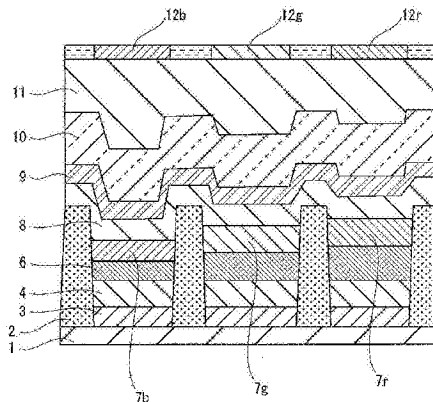
权利要求书5页 说明书21页 附图40页

(54) 发明名称

有机 EL 面板、使用了该有机 EL 面板的显示装置以及有机 EL 面板的制造方法

(57) 摘要

有机 EL 面板具备反射电极 3、透明电极 9、有机发光层 7b、7g、7r、和配置在反射电极 3 与有机发光层 7b、7g、7r 之间的功能层。R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与其发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚, 并且 R、G、B 各色的功能层的膜厚大致相等。R、G、B 各色中的从有机发光层 7b、7g、7r 到反射电极 3 的光学距离为 100nm 以下, 并且 R、G、B 各色的光学距离大致相等。



1. 一种有机 EL 面板, 具备 :

第 1 电极, 其对所入射的光进行反射 ;

第 2 电极, 其与所述第 1 电极对向地配置, 对所入射的光进行透射 ;

有机发光层, 其配置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间, 与 R 即红、G 即绿、B 即蓝的各色对应地设置, 通过对所述第 1 电极与所述第 2 电极之间施加电压而出射所述 R、G、B 各色的光 ;

功能层, 其配置在所述第 1 电极与所述有机发光层之间, 包括与所述 R、G、B 各色对应地设置的 1 层或 2 层以上的层 ; 以及

滤色片, 其隔着所述第 2 电极配置于与所述有机发光层相反一侧, 并与 R、G、B 各色对应地设置, 至少与 B 色对应的滤色片具有设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围与不设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围错开的特性,

所述有机 EL 面板形成有第 1 光路和第 2 光路,

所述第 1 光路是如下光路 : 从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的一部分, 不向所述第 1 电极侧行进而向所述第 2 电极侧行进, 通过所述第 2 电极以及所述滤色片出射到外部,

所述第 2 光路是如下光路 : 从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的剩余一部分, 通过所述功能层入射到所述第 1 电极而由所述第 1 电极反射之后, 通过所述功能层、所述有机发光层、所述第 2 电极以及所述滤色片出射到外部,

所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与通过所述滤色片出射到外部的光的发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚, 并且所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1nm ~ 16nm,

所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 100nm 以下, 并且所述 R、G、B 各色的所述光学距离的差为 0nm ~ 25nm。

2. 根据权利要求 1 所述的有机 EL 面板,

所述功能层包括 : 设置在所述第 1 电极上的透明导电层 ; 和设置在所述透明导电层上的空穴输送层。

3. 根据权利要求 2 所述的有机 EL 面板,

所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同,

所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同。

4. 根据权利要求 3 所述的有机 EL 面板,

所述 R 的空穴输送层的膜厚为 13nm ~ 30nm, 所述 G 的空穴输送层的膜厚为 12nm ~ 21nm, 所述 B 的空穴输送层的膜厚为 10nm ~ 15nm,

所述 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚为 15nm ~ 20nm。

5. 根据权利要求 2 所述的有机 EL 面板,

所述空穴输送层, 除了输送空穴的功能以外, 还具有将空穴注入有机发光层的功能。

6. 根据权利要求 1 所述的有机 EL 面板,

所述功能层包括 : 设置在所述第 1 电极上的透明导电层 ; 设置在所述透明导电层上的空穴注入层 ; 和设置在所述空穴注入层上的空穴输送层。

7. 根据权利要求 6 所述的有机 EL 面板,  
所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同,  
所述透明导电层以及所述空穴注入层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同。
8. 根据权利要求 7 所述的有机 EL 面板,  
所述 R、G、B 各色的空穴注入层的膜厚大于 0nm 且为 5nm 以下,  
所述 R 的空穴输送层的膜厚为 15nm ~ 25nm, 所述 G 的空穴输送层的膜厚为 9nm ~ 16nm, 所述 B 的空穴输送层的膜厚为 5nm ~ 9nm,  
所述 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚为 15nm ~ 20nm。
9. 根据权利要求 1 所述的有机 EL 面板,  
所述 R 的功能层的膜厚为 28nm ~ 50nm, 所述 G 的功能层的膜厚为 27nm ~ 41nm, 所述 B 的功能层的膜厚为 26nm ~ 35nm。
10. 一种有机 EL 面板, 具备:  
第 1 电极, 其对所入射的光进行反射;  
第 2 电极, 其与所述第 1 电极对向地配置, 对所入射的光进行透射;  
有机发光层, 其配置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间, 与 R 即红、G 即绿、B 即蓝的各色对应地设置, 通过对所述第 1 电极与所述第 2 电极之间施加电压而出射所述 R、G、B 各色的光;  
功能层, 其配置在所述第 1 电极与所述有机发光层之间, 包括与所述 R、G、B 各色对应地设置的 1 层或 2 层以上的层; 以及  
滤色片, 其隔着所述第 2 电极配置于与所述有机发光层相反一侧, 并与 R、G、B 各色对应地设置, 至少与 B 色对应的滤色片具有设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围与不设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围错开的特性,  
所述有机 EL 面板形成有第 1 光路和第 2 光路,  
所述第 1 光路是如下光路: 从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的一部分, 不向所述第 1 电极侧行进而向所述第 2 电极侧行进, 通过所述第 2 电极以及所述滤色片出射到外部,  
所述第 2 光路是如下光路: 从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的剩余一部分, 通过所述功能层入射到所述第 1 电极而由所述第 1 电极反射之后, 通过所述功能层、所述有机发光层、所述第 2 电极以及所述滤色片出射到外部,  
所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚都为 26nm ~ 50nm、为与通过所述滤色片出射到外部的光的发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚、且为与通过所述滤色片出射到外部的光呈现预定的色度的膜厚对应的膜厚, 并且所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1nm ~ 16nm,  
所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 49nm ~ 90nm, 并且所述 R、G、B 各色的所述光学距离的差为 0nm ~ 25nm。
11. 根据权利要求 10 所述的有机 EL 面板,  
所述功能层包括: 设置在所述第 1 电极上的透明导电层; 和设置在所述透明导电层上的空穴输送层。
12. 根据权利要求 11 所述的有机 EL 面板,

所述 R 的空穴输送层的膜厚为 13nm ~ 30nm, 所述 G 的空穴输送层的膜厚为 12nm ~ 21nm, 所述 B 的空穴输送层的膜厚为 10nm ~ 15nm,

所述 R、G、B 的透明导电层的膜厚为 15nm ~ 20nm。

13. 根据权利要求 11 所述的有机 EL 面板,

所述空穴输送层, 除了输送空穴的功能以外, 还具有将空穴注入有机发光层的功能。

14. 根据权利要求 10 所述的有机 EL 面板,

所述功能层包括: 设置在所述第 1 电极上的透明导电层; 设置在所述透明导电层上的空穴注入层; 和设置在所述空穴注入层上的空穴输送层。

15. 根据权利要求 14 所述的有机 EL 面板,

所述 R、G、B 各色的空穴注入层的膜厚大于 0nm 且为 5nm 以下,

所述 R 的空穴输送层的膜厚为 15nm ~ 25nm, 所述 G 的空穴输送层的膜厚为 9nm ~ 16nm, 所述 B 的空穴输送层的膜厚为 5nm ~ 9nm,

所述 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚为 15nm ~ 20nm。

16. 根据权利要求 10 所述的有机 EL 面板,

所述 R 的功能层的膜厚为 28nm ~ 50nm, 所述 G 的功能层的膜厚为 27nm ~ 41nm, 所述 B 的功能层的膜厚为 26nm ~ 35nm。

17. 根据权利要求 1 或 10 所述的有机 EL 面板,

通过对构成所述功能层的每层取其膜厚与其折射率之积, 对按每层得到的积进行合计, 从而求出所述光学距离。

18. 一种显示装置, 具备:

权利要求 1 ~ 17 中的任一项所述的有机 EL 面板; 和对所述第 1 电极与所述第 2 电极之间施加电压的驱动电路。

19. 一种有机 EL 面板的制造方法, 包括:

第 1 工序, 准备对所入射的光进行反射的第 1 电极;

第 2 工序, 在所述第 1 电极上, 与 R 即红、G 即绿、B 即蓝的各色对应地设置包括 1 层或 2 层以上的层的功能层;

第 3 工序, 在所述 R、G、B 各色的功能层上, 设置分别出射 R、G、B 各色的光的有机发光层;

第 4 工序, 在所述有机发光层的上方, 设置对所入射的光进行透射的第 2 电极, 以使其与所述第 1 电极对向; 以及

第 5 工序, 在所述第 2 电极的上方, 与 R、G、B 各色对应地设置滤色片, 至少与 B 色对应的滤色片具有设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围与不设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围错开的特性,

在所述第 2 工序中, 使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与通过所述滤色片出射到外部的光的发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚, 并且使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1nm ~ 16nm,

所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 100nm 以下, 并且将所述 R、G、B 各色的所述光学距离的差形成为 0nm ~ 25nm。

20. 一种有机 EL 面板的制造方法,包括:

第 1 工序,准备对所入射的光进行反射的第 1 电极;

第 2 工序,在所述第 1 电极上,与 R 即红、G 即绿、B 即蓝的各色对应地设置包括 1 层或 2 层以上的层的功能层;

第 3 工序,在所述 R、G、B 各色的功能层上,设置分别出射 R、G、B 各色的光的有机发光层;

第 4 工序,在所述有机发光层的上方,设置对所入射的光进行透射的第 2 电极,以使其与所述第 1 电极对向;以及

第 5 工序,在所述第 2 电极的上方,与 R、G、B 各色对应地设置滤色片,至少与 B 色对应的滤色片具有设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围与不设置该滤色片的情况下的出射至外部的光的发光效率呈现极大值的所述功能层的膜厚范围错开的特性,

在所述第 2 工序中,使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚都为 26nm ~ 50nm、为与通过所述滤色片出射到外部的光的发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚、且为与通过所述滤色片出射到外部的光呈现预定的色度的膜厚对应的膜厚,并且使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1nm ~ 16nm,

使所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 49nm ~ 90nm,并且将所述 R、G、B 各色的所述光学距离的差形成为 0nm ~ 25nm。

21. 根据权利要求 19 或 20 所述的有机 EL 面板的制造方法,

所述第 2 工序包括:在所述第 1 电极上设置透明导电层的工序;和在所述透明导电层上设置空穴输送层的工序。

22. 根据权利要求 21 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述设置透明导电层的工序中,使所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同,

在所述设置空穴输送层的工序中,使所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同。

23. 根据权利要求 22 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述设置透明导电层的工序中,使用蒸镀法或溅射法,使所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同,

在所述设置空穴输送层的工序中,使用喷墨法,使所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同。

24. 根据权利要求 22 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述设置空穴输送层的工序中,将所述 R 的空穴输送层的膜厚形成为 13nm ~ 30nm,将所述 G 的空穴输送层的膜厚形成为 12nm ~ 21nm,将所述 B 的空穴输送层的膜厚形成为 10nm ~ 15nm,

在所述设置透明导电层的工序中,将所述 R、G、B 的透明导电层的膜厚形成 15nm ~ 20nm。

25. 根据权利要求 19 或 20 所述的有机 EL 面板的制造方法,

所述第 2 工序包括:在所述第 1 电极上设置透明导电层的工序;在所述透明导电层上设置空穴注入层的工序;和在所述空穴注入层上设置空穴输送层的工序。

26. 根据权利要求 25 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述设置透明导电层的工序中,使所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同,在所述设置空穴注入层的工序中,使所述空穴注入层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同,在所述设置空穴输送层的工序中,使所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同。

27. 根据权利要求 26 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述设置透明导电层的工序中,使用蒸镀法或溅射法,使所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同,

在所述设置空穴注入层的工序中,使用蒸镀法或溅射法,使所述空穴注入层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同,

在所述设置空穴输送层的工序中,使用喷墨法,使所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同。

28. 根据权利要求 26 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述设置空穴注入层的工序中,将所述 R、G、B 各色的空穴注入层的膜厚形成为大于 0nm 且 5nm 以下,

在所述设置空穴输送层的工序中,将所述 R 的空穴输送层的膜厚形成为 15nm ~ 25nm,将所述 G 的空穴输送层的膜厚形成为 9nm ~ 16nm,将所述 B 的空穴输送层的膜厚形成为 5nm ~ 9nm,

在所述设置透明导电层的工序中,将所述 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚形成为 15nm ~ 20nm。

29. 根据权利要求 19 或 20 所述的有机 EL 面板的制造方法,

在所述第 2 工序中,

将所述 R 的功能层的膜厚形成为 28nm ~ 50nm,将所述 G 的功能层的膜厚形成为 27nm ~ 41nm,将所述 B 的功能层的膜厚形成为 26nm ~ 35nm。

## 有机 EL 面板、使用了该有机 EL 面板的显示装置以及有机 EL 面板的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用了有机材料的场致发光现象的有机 EL 面板、使用了该有机 EL 面板的显示装置以及有机 EL 面板的制造方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,作为用于数字电视机等显示装置的显示面板,提出了采用利用了有机材料的场致发光现象的有机 EL(Electro Luminescence:电致发光)面板的方案。有机 EL 面板具有在基板上排列了 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各色的有机 EL 元件的结构。

[0003] 有机 EL 面板中,从降低功耗和延长寿命等观点考虑,重要的是使 R、G、B 各色的有机 EL 元件的光取出效率提高。于是,专利文献 1 中,提出了如下技术方案:在基板上层叠有反射膜、层间绝缘膜、第 1 透明电极、空穴输送层、有机发光层、电子注入层,第 2 透明电极的有机 EL 元件中,通过利用从有机发光层直接射向第 2 透明电极的直接光、与从发光层经过反射膜射向第 2 透明电极的反射光的光干涉效果,提高出射光强度(段落 0022-0024)。具体而言,将从有机发光层到反射膜的膜厚调整成 R 中为 245[nm]、G 中为 563[nm]、B 中为 503[nm],以使 R、G、B 各色中的直接光与反射光的光路差成为光波长的 1.5 倍、3.5 倍、3.5 倍(段落 0041-0046)。该文献中记载了能够通过该结构提高 R、G、B 各色的出射光强度。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献 1:特许第 4046948 号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 然而,在上记以往技术中,从有机发光层到反射膜的膜厚在 R、G、B 各色中最大有 318[nm] 的差异,因此存在 R、G、B 各色中的膜厚调整复杂的问题。

[0008] 于是,本发明的目的在于,提供一种通过利用光的干涉效果来提高光取出效率、且与以往技术相比更容易地调整 R、G、B 各色中的膜厚的有机 EL 面板、使用了该有机 EL 面板的显示装置以及有机 EL 面板的制造方法。

[0009] 用于解决问题的手段

[0010] 本发明的一个技术方案的有机 EL 面板,具备:第 1 电极,其对所入射的光进行反射;第 2 电极,其与所述第 1 电极对向地配置,对所入射的光进行透射;有机发光层,其配置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间,与 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各色对应地设置,通过对所述第 1 电极与所述第 2 电极之间施加电压而出射所述 R、G、B 各色的光;以及功能层,其配置在所述第 1 电极与所述有机发光层之间,包括与所述 R、G、B 各色对应地设置的 1 层或 2 层以上的层,所述有机 EL 面板形成有第 1 光路和第 2 光路,所述第 1 光路是如下光路:从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的一部分,不向所述第 1 电极侧行进而向所述第 2 电极侧行进,通过所述第 2 电极出射到外部,所述第 2 光路是如下光路:从所述有机发

光层出射的所述 R、G、B 各色的光的剩余一部分,通过所述功能层入射到所述第 1 电极而由所述第 1 电极反射之后,通过所述功能层、所述有机发光层以及所述第 2 电极出射到外部,所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与其发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚,并且所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚大致相等,所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 100nm 以下,并且所述 R、G、B 各色的光学距离大致相等。

[0011] 发明的效果

[0012] 根据本发明的一个技术方案的有机 EL 面板,将配置在有机发光层与第 1 电极之间的功能层的膜厚调整成与发光效率呈现极大值的膜厚相当的膜厚,因此能够提高 R、G、B 各色中的光取出效率。另外,因为功能层的膜厚按 R、G、B 各色大致相等,所以与以往技术相比,R、G、B 各色的膜厚调整更为容易。

[0013] 此外,在上述有机 EL 面板中,特别是还明确了 G 的视角特性得以大幅改善。

## 附图说明

[0014] 图 1 是用于说明得到本发明的一个技术方案的经过的图。

[0015] 图 2 是用于说明得到本发明的一个技术方案的经过的图。

[0016] 图 3 是示意表示本发明的实施方式的有机 EL 面板的像素构造的剖视图。

[0017] 图 4 是示意表示本发明的实施方式的有机 EL 面板的像素构造的剖视图。

[0018] 图 5 是表示在第 1 模拟条件下、使透明导电层的膜厚为 20[nm] 并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。

[0019] 图 6 是表示在与图 5 相同条件下、使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的 R、G、B 各色的色度的变化的图。

[0020] 图 7 是用于对比在与图 5 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0021] 图 8 是表示辉度偏移以及色度偏移的容许范围的图。

[0022] 图 9 是表示实施例 1、比较例 1 中的式 1 的各参数的图。

[0023] 图 10 是用于说明在与图 7 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图,图 10(a)、(b) 表示实施例 1、比较例 1 的辉度的视角依赖性,图 10(c)、(d) 表示实施例 1、比较例 1 的色度的视角依赖性。

[0024] 图 11 是用于说明在与图 7 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图,图 11(a)、(b) 是表示实施例 1、比较例 1 的辉度的视角依赖性的图,图 11(c)、(d) 是表示实施例 1、比较例 1 的色度的视角依赖性的图。

[0025] 图 12 是用于说明在与图 7 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图,图 12(a)、(b) 是表示实施例 1、比较例 1 的辉度的视角依赖性的图,图 12(c)、(d) 是表示实施例 1、比较例 1 的色度的视角依赖性的图。

[0026] 图 13 是表示在第 2 模拟条件下、使透明导电层的膜厚为 15[nm] 并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。

[0027] 图 14 是用于对比在与图 13 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0028] 图 15 是表示实施例 2、比较例 2 中的式 1 的各参数的图。

[0029] 图 16 是用于说明在与图 14 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图,图 16(a)、(b) 是表示实施例 2、比较例 2 的辉度的视角依赖性的图,图 16(c)、(d) 是表示实施例 2、比较例 2 的色度的视角依赖性的图。

[0030] 图 17 是用于说明在与图 14 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图,图 17(a)、(b) 是表示实施例 2、比较例 2 的辉度的视角依赖性的图,图 17(c)、(d) 是表示实施例 2、比较例 2 的色度的视角依赖性的图。

[0031] 图 18 是用于说明在与图 14 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图,图 18(a)、(b) 是表示实施例 2、比较例 2 的辉度的视角依赖性的图,图 18(c)、(d) 是表示实施例 2、比较例 2 的色度的视角依赖性的图。

[0032] 图 19 是在第 3 模拟条件下、使透明导电层的膜厚为 20[nm] 并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。

[0033] 图 20 是用于对比在与图 19 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0034] 图 21 是表示实施例 3、比较例 3 中的式 1 的各参数的图。

[0035] 图 22 是用于说明在与图 20 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图,图 22(a)、(b) 是表示实施例 3、比较例 3 的辉度的视角依赖性的图,图 22(c)、(d) 是表示实施例 3、比较例 3 的色度的视角依赖性的图。

[0036] 图 23 是用于说明在与图 20 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图,图 23(a)、(b) 是表示实施例 3、比较例 3 的辉度的视角依赖性的图,图 23(c)、(d) 是表示实施例 3、比较例 3 的色度的视角依赖性的图。

[0037] 图 24 是用于说明在与图 20 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图,图 24(a)、(b) 是表示实施例 3、比较例 3 的辉度的视角依赖性的图,图 24(c)、(d) 是表示实施例 3、比较例 3 的色度的视角依赖性的图。

[0038] 图 25 是表示在第 4 模拟条件下、使透明导电层的膜厚为 20[nm]、使空穴注入层的膜厚为 5[nm]、并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。

[0039] 图 26 是用于对比在与图 25 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0040] 图 27 是表示实施例 4、比较例 4 中的式 1 的各参数的图。

[0041] 图 28 是用于说明在与图 26 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图,图 28(a)、(b) 是表示实施例 4、比较例 4 的辉度的视角依赖性的图,图 28(c)、(d) 是表示实施例 4、比较例 4 的色度的视角依赖性的图。

[0042] 图 29 是用于说明在与图 26 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图,图 29(a)、(b) 是表示实施例 4、比较例 4 的辉度的视角依赖性的图,图 29(c)、(d) 是表示实施例 4、比较例 4 的色度的视角依赖性的图。

[0043] 图 30 是用于说明在与图 26 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图,图 30(a)、(b) 是表示实施例 4、比较例 4 的辉度的视角依赖性的图,图 30(c)、(d) 是表示实施例 4、比较例 4 的色度的视角依赖性的图。

[0044] 图 31 是表示在第 5 模拟条件下、使透明导电层的膜厚为 20[nm]、使空穴注入层的膜厚为 5[nm]、并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。

[0045] 图 32 是用于对比在与图 31 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0046] 图 33 是表示实施例 5、比较例 5 中的式 1 的各参数的图。

[0047] 图 34 是用于说明在与图 32 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图,图 34(a)、(b) 是表示实施例 5、比较例 5 的辉度的视角依赖性的图,图 34(c)、(d) 是表示实施例 5、比较例 5 的色度的视角依赖性的图。

[0048] 图 35 是用于说明在与图 32 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图,图 35(a)、(b) 是表示实施例 5、比较例 5 的辉度的视角依赖性的图,图 35(c)、(d) 是表示实施例 5、比较例 5 的色度的视角依赖性的图。

[0049] 图 36 是用于说明在与图 32 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图,图 36(a)、(b) 是表示实施例 5、比较例 5 的辉度的视角依赖性的图,图 36(c)、(d) 是表示实施例 5、比较例 5 的色度的视角依赖性的图。

[0050] 图 37 是从第 1 模拟到第 5 模拟下的 R、G、B 各色的功能层的膜厚的一览表。

[0051] 图 38 是从第 1 模拟到第 5 模拟下的 RG 间、GB 间、RB 间的功能层的膜厚的差的一览表。

[0052] 图 39 是例示本发明的实施方式的显示装置的外观的图。

[0053] 图 40 是表示本发明的实施方式的显示装置的功能单元的图。

[0054] 图 41 是用于说明本发明的实施方式的有机 EL 面板的制造方法的图。

[0055] 图 42 是用于说明本发明的实施方式的有机 EL 面板的制造方法的图。

[0056] 标号的说明

[0057] 1 基板

[0058] 2 堤

[0059] 3 反射电极

[0060] 4 透明导电层

[0061] 5 空穴注入层

[0062] 6 空穴输送层

[0063] 7b、7g、7r 有机发光层

[0064] 8 电子输送层

[0065] 9 透明电极

[0066] 10 薄膜封止层

[0067] 11 树脂封止层

[0068] 12b、12g、12r 滤色片

[0069] 15 显示装置

[0070] 16 有机 EL 面板

[0071] 17 驱动控制部

[0072] 18、19、20、21 驱动电路

[0073] 22 控制电路

### 具体实施方式

[0074] [得到本发明的一个技术方案的经过]

[0075] 以下,在具体说明本发明的技术方案之前,对得到本发明的技术方案的经过进行说明。

[0076] 在以往的通常的光学设计中,采用了如下方法:首先,对包含于功能层的各层的膜厚求出可稳定成膜的膜厚,接着,通过模拟在该膜厚附近搜索出发光效率成为极大值的膜厚。另外,在要实现稳定成膜就必须使包含于功能层的各层的膜厚得到某种程度的确保的认知下,认为功能层的膜厚是超过 100[nm] 的。因此,功能层的膜厚的最佳值超过 100[nm] 是本领域技术人员以往通常的技术的见解。现在,在专利文献 1 中,也认为 R、G、B 各色的膜厚分别为 245[nm]、563[nm]、503[nm] 为最佳。

[0077] 本次,本申请的发明人,预先对作为功能层适用空穴输送层、将其膜厚设定为 100[nm] 以上、使功能层的膜厚变化时的发光效率的变化,实施了模拟。

[0078] 将其结果示出于图 1 中。图 1 是表示使透明导电层的膜厚为 20[nm]、并使空穴输送层的膜厚从 100[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。本申请发明人,基于图 1,发现相对于功能层的膜厚的变化、发光效率发生周期性地变动,进而,搞清了随着功能层的膜厚增大,R、G、B 各色的发光效率会降低,并且 R、G、B 各色的呈现最大发光效率的膜厚的偏移增大(参考图 1 中的箭头符号)。

[0079] 而且,本申请发明人,通过参照上述的模拟的解析结果进行考察,假设:与发光效率成为最大且此时的 R、G、B 各色的膜厚的偏移成为最小的第 1 波形(空穴输送层的膜厚为 100[nm] ~ 250[nm]) 相比,在空穴输送层的膜厚更小的区域中,存在发光效率更大且此时的 R、G、B 各色的膜厚的偏移更小的未知的波形(图 1 中以虚线表示的箭头符号)。

[0080] 其结果,发明人没有局限于以往的技术知识,于是在认为本领域技术人员对积极的研究感到犹豫的范围即 100[nm] 以下的范围内,实施了进一步模拟。

[0081] 进一步模拟的结果,如图 2 所示,搞清了:在功能层的膜厚为 60[nm] 以下的范围内,发光效率出现大的极大值,该发光效率成为最大。而且,还搞清了:只要在该范围内,则发光效率成为最大值的 R、G、B 各色的膜厚的偏移最小且大致相等。

[0082] 通过对以上所述的新的见解、研究的积累,本申请发明人得到了作为本发明的一个技术方案的有机 EL 面板的结构。

[0083] [本发明的一个技术方案的概要]

[0084] 作为本发明的第 1 技术方案的有机 EL 面板,具备:第 1 电极,其对所入射的光进行反射;第 2 电极,其与所述第 1 电极对向地配置,对所入射的光进行透射;有机发光层,其配置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间,与 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各色对应地设置,通过对所述第 1 电极与所述第 2 电极之间施加电压而出射所述 R、G、B 各色的光;以及功能层,其配置在所述第 1 电极与所述有机发光层之间,包括与所述 R、G、B 各色对应地设置的 1 层或 2 层以上的层,所述有机 EL 面板形成有第 1 光路和第 2 光路,所述第 1 光路是如下光路:从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的一部分,不向所述第 1 电极侧行进而向所述第 2 电极侧行进,通过所述第 2 电极出射到外部,所述第 2 光路是如下光路:从所述

有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的剩余一部分,通过所述功能层入射到所述第 1 电极而由所述第 1 电极反射之后,通过所述功能层、所述有机发光层以及所述第 2 电极出射到外部,所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与其发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚,并且所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚大致相等,所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 100nm 以下,并且所述 R、G、B 各色的光学距离大致相等。

[0085] 根据上述结构,因为配置在有机发光层与第 1 电极之间的功能层的膜厚被调整成与发光效率呈现极大值的膜厚相当的膜厚,所以能够提高 R、G、B 各色中的光取出效率。而且,因为功能层的膜厚按 R、G、B 各色大致相等,所以与以往技术相比,R、G、B 各色的膜厚调整更为容易。

[0086] 另外还可以,所述功能层包括:设置在所述第 1 电极上的透明导电层;和设置在所述透明导电层上的空穴输送层。

[0087] 根据上述结构,因为功能层仅包括 2 层,所以在功能层的膜厚为 60[nm] 以下这种限制下,能够某种程度地确保各层的膜厚,其结果,能够稳定地成膜各层。

[0088] 另外还可以,所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色大致相等,所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同。

[0089] 根据上述结构,通过按 R、G、B 各色对空穴输送层的膜厚进行微调,能够对功能层的膜厚进行微调。特别地,在以不容易进行各色的膜厚微调的蒸镀法或溅射法来成膜透明导电层、以容易进行各色的膜厚微调的喷墨法来成膜空穴输送层的情况下有效。

[0090] 另外还可以,所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同,所述透明导电层的膜厚按所述 R、G、B 各色相同。

[0091] 根据上述结构,为了使光学特性进一步提高,可以使 R、G、B 各色的功能层的膜厚在大致相等的范围内不同。此外,使透明导电层的膜厚相同、使空穴输送层的膜厚不同是因为:假设透明导电层通过蒸镀法或溅射法而成膜,空穴输送层通过喷墨法而成膜。喷墨法,只要调整所滴下的墨滴数就能够调整 R、G、B 各色的膜厚,因此与蒸镀法或溅射法相比,各色的膜厚调整更为容易。因此,通过使空穴输送层的膜厚不同,能够容易且高精度地对功能层的膜厚进行微调,能够使光学特性进一步提高。

[0092] 另外还可以,所述 R 的空穴输送层的膜厚为 13nm ~ 30nm,所述 G 的空穴输送层的膜厚为 12nm ~ 21nm,所述 B 的空穴输送层的膜厚为 10nm ~ 15nm,所述 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚为 15nm ~ 20nm。

[0093] 根据上述结构,能够在提高光取出效率的同时实现容易的膜厚调整。

[0094] 另外还可以,所述空穴输送层,除了输送空穴的功能以外,还具有将空穴注入有机发光层的功能。

[0095] 根据上述结构,功能层即使仅包括 2 层,也能够提高空穴注入性。

[0096] 另外还可以,所述功能层包括:设置在所述第 1 电极上的透明导电层;设置在所述透明导电层上的空穴注入层;和设置在所述空穴注入层上的空穴输送层。

[0097] 根据上述结构,与功能层包括透明导电层和空穴输送层的情况相比,能够提高空穴注入性。

[0098] 另外还可以,所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色大致相等,所述透明导电

层以及所述空穴注入层的膜厚按所述 R、G、B 相同。

[0099] 根据上述结构,通过按 R、G、B 各色对空穴输送层的膜厚进行微调,能够对功能层的膜厚进行微调。特别地,在以不容易进行各色的膜厚微调的蒸镀法或溅射法来成膜透明导电层以及空穴注入层、以容易进行各色的膜厚微调的喷墨法来成膜空穴输送层的情况下有效。

[0100] 另外还可以,所述空穴输送层的膜厚按所述 R、G、B 各色不同,所述透明导电层以及所述空穴注入层的膜厚按所述 R、G、B 相同。

[0101] 根据上述结构,为了使光学特性进一步提高,可以使 R、G、B 各色的功能层的膜厚在大致相等的范围内不同。此外,使透明导电层以及空穴注入层的膜厚的膜厚相同、使空穴输送层的膜厚不同是因为:假设透明导电层以及空穴注入层的膜厚通过蒸镀法或溅射法而成膜、空穴输送层通过喷墨法而成膜。喷墨法,只要调整所滴下的墨滴数就能够调整 R、G、B 各色的膜厚,因此与蒸镀法或溅射法相比,各色的膜厚调整更为容易。因此,通过使空穴输送层的膜厚不同,能够容易且高精度地对功能层的膜厚进行微调,能够使光学特性进一步提高。

[0102] 另外还可以,所述 R、G、B 各色的空穴注入层的膜厚大于 0nm 且为 5nm 以下,所述 R 的空穴输送层的膜厚为 15nm ~ 25nm,所述 G 的空穴输送层的膜厚为 9nm ~ 16nm,所述 B 的空穴输送层的膜厚为 5nm ~ 9nm,所述 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚为 15nm ~ 20nm。

[0103] 根据上述结构,能够在提高光取出效率的同时实现容易的膜厚调整。

[0104] 另外还可以,所述 R 的功能层的膜厚为 28nm ~ 50nm,所述 G 的功能层的膜厚为 27nm ~ 41nm,所述 B 的功能层的膜厚为 26nm ~ 35nm。

[0105] 根据上述结构,能够在提高光取出效率的同时实现容易的膜厚调整。

[0106] 作为本发明的第 2 技术方案的有机 EL 面板,具备:第 1 电极,其对所入射的光进行反射;第 2 电极,其与所述第 1 电极对向地配置,对所入射的光进行透射;有机发光层,其配置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间,与 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各色对应地设置,通过在所述第 1 电极与第 2 电极之间施加电压而出射所述 R、G、B 各色的光;以及功能层,其配置在所述第 1 电极与所述有机发光层之间,包括与所述 R、G、B 各色对应设置的 1 层或 2 层以上的层,所述有机 EL 面板形成有第 1 光路和第 2 光路,所述第 1 光路是如下光路:从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的一部分,不向所述第 1 电极侧行进而向所述第 2 电极侧行进,通过所述第 2 电极出射到外部,所述第 2 光路是如下光路:从所述有机发光层出射的所述 R、G、B 各色的光的剩余一部分,通过所述功能层入射到所述第 1 电极而由所述第 1 电极反射之后,通过所述功能层、所述有机发光层以及所述第 2 电极出射到外部,所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚都为 26nm ~ 50nm,并且所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1nm ~ 16nm,所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 49nm ~ 90nm,且所述 R、G、B 各色的光学距离的差为 0nm ~ 25nm。

[0107] 根据上述结构,因为配置在有机发光层与第 1 电极之间的功能层的膜厚被调整成与发光效率呈现极大值的膜厚相当的膜厚,所以能够提高 R、G、B 各色中的光取出效率。而且,因为功能层的膜厚按 R、G、B 各色大致相等,所以与以往技术相比,R、G、B 各色的膜厚调整更为容易。

[0108] 作为本发明的第 3 技术方案的显示装置,具备:上述有机 EL 面板;和对所述第 1 电

极与所述第 2 电极之间施加电压的驱动电路。

[0109] 作为本发明的第 4 技术方案的有机 EL 面板的制造方法,包括:第 1 工序,准备对所入射的光进行反射的第 1 电极;第 2 工序,在所述第 1 电极上与 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各色对应地设置包括 1 层或 2 层以上的层的功能层;第 3 工序,在所述 R、G、B 各色的功能层上设置分别出射 R、G、B 各色的光的有机发光层;以及第 4 工序,在所述有机发光层的上方,设置对所入射的光进行透射的第 2 电极,以使其与所述第 1 电极对向,在所述第 2 工序中,使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与其发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚,并且使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚大致相等,所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 100nm 以下,并且将所述 R、G、B 各色的光学距离形成为大致相等。

[0110] 根据上述结构,能够制造出上述第 1 技术方案的有机 EL 面板。

[0111] 作为本发明的第 5 技术方案的有机 EL 面板的制造方法,包括:第 1 工序,准备对所入射的光进行反射的第 1 电极;第 2 工序,在所述第 1 电极上,与 R(红)、G(绿)、B(蓝)的各色对应地设置包括 1 层或 2 层以上的层的功能层;第 3 工序,在所述 R、G、B 各色的功能层上,设置分别出射 R、G、B 各色的光的有机发光层;以及第 4 工序,在所述有机发光层的上方,设置对所入射的光进行透射的第 2 电极,以使其与所述第 1 电极对向,在所述第 2 工序中,使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚都为 26nm ~ 50nm,并且使所述 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1nm ~ 16nm,使所述 R、G、B 各色中的从所述有机发光层到所述第 1 电极的光学距离为 49nm ~ 90nm,并且将所述 R、G、B 各色的光学距离的差形成为 0nm ~ 25nm。

[0112] 根据上述结构,能够制造出上述第 2 技术方案的有机 EL 面板。

[0113] 此外,在本说明书中,“与发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚”是指相对于发光效率成为极大值的膜厚在  $\pm 10\%$  的范围内的膜厚。另外,“按 R、G、B 各色大致相等”设为包括以下的 (1) ~ (3),“按 R、G、B 各色相同”设为包括以下的 (1) 以及 (2)。

[0114] (1)R、G、B 各色的设计值相同,实测值也相同。

[0115] (2)R、G、B 各色的设计值相同,但在制造误差的范围内(每层  $\pm 5$ [nm])实测值偏移。

[0116] (3)R、G、B 各色的设计值在满足辉度偏移以及色度偏移的容许范围的范围内偏移。

[0117] 另外,在本说明书中举出膜厚的具体数值的情况下,该数值是设计值。因此,有时实测值在制造误差的范围内(每层  $\pm 5$ [nm])偏移。

[0118] [有机 EL 面板的像素构造]

[0119] 图 3 是示意表示本发明的实施方式的有机 EL 面板的像素构造的剖视图。有机 EL 面板中,R(红)、G(绿)、B(蓝)各色的像素在行方向以及列方向上规则地配置成矩阵状。各像素由使用了有机材料的有机 EL 元件构成。

[0120] 蓝色的有机 EL 元件包括:基板 1、反射电极 3、透明导电层 4、空穴输送层 6、有机发光层 7b、电子输送层 8、透明电极 9、薄膜封止层 10、树脂封止层 11、滤色片(CF)12b。在反射电极 3 与透明电极 9 之间配置了有机发光层 7b。另外,该例中,在反射电极 3 与有机发光层 7b 之间配置了透明导电层 4 以及空穴输送层 6(以下,将在反射电极与有机发光层之间配置的 1 层或 2 以上的层称为“功能层”。)。

[0121] 绿色的有机 EL 元件,除了有机发光层 7g 以及滤色片 12g 以外,具有与蓝色的有机

EL 元件同样的结构。红色的有机 EL 元件,除了有机发光层 7r 以及滤色片 12r 以外,也具有与蓝色的有机 EL 元件同样的结构。该例中,在各色的有机 EL 元件中,基板 1、电子输送层 8、透明电极 9、薄膜封止层 10、树脂封止层 11 共用,除此以外的层由堤 2 划分开。

[0122] 另外,在各色的有机 EL 元件中,由于存在反射电极 3 而实现了共振器构造。有机 EL 元件中,形成有第 1 光路和第 2 光路,所述第 1 光路是如下光路:从有机发光层 7 出射的光的一部分不向反射电极 3 侧行进而向透明电极 9 侧行进,通过透明电极 9 出射到外部,所述第 2 光路是如下光路:从有机发光层 7 出射的光的剩余一部分,在通过功能层入射到反射电极 3 而由反射电极 3 反射之后,通过功能层、有机发光层 7 以及透明电极 9 出射到外部。通过调整有机发光层 7b、7g、7r 与反射电极 3 之间的距离以使通过第 1 光路的直接光和通过第 2 光路的反射光由于干涉效果而互相增大强度,能够提高有机 EL 元件的光取出效率。距离的调整能够通过调整功能层的膜厚来实现。

[0123] 具体而言,R、G、B 各色的功能层的膜厚在 60nm 以下、且为与其发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚,并且被调整成按 R、G、B 各色大致相等。另外,R、G、B 各色中的从有机发光层 7 到反射电极 3 的光学距离为 100nm 以下,并且被调整成按 R、G、B 各色大致相等。光学距离,在单层构造的情况下通过膜厚与折射率之积来求出,在 2 层以上的多层构造的情况下通过对每层取膜厚与折射率之积、对所得到的积进行合计来求出。

[0124] 此外,如图 4 所示,可以设为在各色的有机 EL 元件中在透明导电层 4 与空穴输送层 6 之间插入空穴注入层 5 的构造。该例中,功能层成为透明导电层 4、空穴注入层 5 以及空穴输送层 6 的 3 层构造。另外,在图 3 的构造中,也可以设为空穴输送层 6 具备空穴注入功能。

[0125] 以下,对与 R、G、B 各色的功能层的膜厚相关的 5 类模拟进行说明,接着,对从这些模拟得到的功能层的最佳范围进行说明。

[0126] [第 1 模拟]

[0127] <条件>

[0128] 在第 1 模拟中,设功能层的构造为透明导电层和空穴输送层的 2 层构造。另外,设透明导电层的材料为 ITO(Indium Tin Oxide:氧化铟锡),设空穴输送层的材料为有机材料,设反射电极的材料为银,设 R、G、B 各色的有机发光层的材料为日本 SUMATION 公司制造的 RP158、GP1200、BP105。

[0129] <发光效率和膜厚调整容易性>

[0130] 图 5 是表示在上述条件下、使透明导电层的膜厚为 20[nm] 并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。从图 5 可知:当使空穴输送层的膜厚变化时,由于光的干涉效果,发光效率发生周期性地变动。另外,可知:在空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 的范围中,R、G、B 各色都在 4 个地方发光效率呈现极大值。

[0131] 图 6 是表示在与图 5 相同条件下、使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的 R、G、B 各色的色度的变化的图。有机 EL 元件中,发光效率呈现极大值的膜厚、和 R、G、B 各色的色度 (x, y) 最佳的膜厚并不一定是一致的。因此,功能层的膜厚,兼顾色度而被调整成发光效率呈现极大值的附近的膜厚 ( $\pm 10\%$  的范围内)。

[0132] 如此,能够通过将功能层的膜厚调整成发光效率呈现极大值的附近的膜厚来实现共振器(谐振器)构造。本说明书中,从功能层的膜厚最薄的共振器构造开始,依次称为第

1 腔 (cavity)、第 2 腔、第 3 腔、第 4 腔。

[0133] 根据图 5, 第 1 腔的发光效率比第 2 腔的发光效率高。因此, 若采用第 1 腔, 与采用第 2 腔的情况相比, 能够提高有机 EL 元件的发光效率。

[0134] 另外, 根据图 5, 第 1 腔中, R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚集中地存在于 0[nm] ~ 40[nm] 的狭窄范围 (功能层的膜厚为 0[nm] ~ 60[nm] 的范围) 中。另一方面, 第 2 腔中, R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚分散地存在于 100[nm] ~ 250[nm] 的宽大范围中。因此, 若 R、G、B 各色的有机 EL 元件采用第 1 腔, 与采用第 2 腔的情况相比, 不怎么需要 R、G、B 各色的空穴输送层的分开制作, 制造工序中的膜厚调整更为容易。

[0135] 图 7 是用于对比在与图 5 相同条件的有机 EL 元件中采用第 1 腔的情况和采用第 2 腔的情况的图。

[0136] 实施例 1 (第 1 腔) 中, 使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm], 使空穴输送层的膜厚分别为 25[nm]、15[nm]、10[nm], 使用 CF (滤色片) 将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。

[0137] 此时, R、G、B 各色的发光效率成为 2.1[cd/A]、4.9[cd/A]、0.49[cd/A]。另外, R、G、B 各色的容许膜偏移范围成为 -15 ~ +10[nm]、-15 ~ +7[nm]、-20 ~ +8[nm], R、G、B 各色的容许裕余量 (margin) 宽度成为 25[nm]、22[nm]、28[nm]。“容许膜偏移范围”表示以满足图 8 所示的容许范围为条件、能够使功能层的膜厚从最佳值偏移的限度。图 8 中示出以下容许范围。

[0138] (1) 有机 EL 面板的面内的发光效率的不均在 20[%] 以内

[0139] (2) 有机 EL 面板的面内的色度的不均, x、y 都在 0.04 以内

[0140] (3) 30° 视角下的辉度为 0° 视角下的辉度的 90[%] 以上、且 45° 视角下的辉度为 0° 视角下的辉度的 80[%] 以上

[0141] (4) 50° 视角下的色度与 0° 视角下的色度的差, x、y 都在 0.04 以内

[0142] 这意味着: 容许膜偏移范围越宽, 则功能层的膜厚的制造误差的容许范围越宽, 进而在制造工序中功能层的膜厚调整更为容易。“容许裕余量宽度”是容许膜偏移范围的上限与下限的差 (例如, 实施例 1 的 R 中, 上限为 +10、下限为 -15, 因此差为 25)。

[0143] 比较例 1 (第 2 腔) 中, 使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm], 使空穴输送层的膜厚分别为 220[nm]、172[nm]、155[nm], 使用滤色片将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。

[0144] 此时, R、G、B 各色的发光效率成为 1.4[cd/A]、4.2[cd/A]、0.23[cd/A]。另外, R、G、B 各色的容许膜偏移范围成为 -8 ~ +6[nm]、-(规格外)[nm]、-10 ~ +7[nm], R、G、B 各色的容许裕余量宽度成为 14[nm]、0[nm]、17[nm]。

[0145] 当对比实施例 1 和比较例 1 时, 可知实施例 1 与比较例 1 相比, 发光效率以及膜厚调整的容易性这两方面都优良。

[0146] 另外, 通过共振器构造的一般分析方法, 也能够推导出以下事项。共振器构造中, 反射电极 3 与有机发光层 7b、7g、7r 之间的光学距离 L[nm]、共振波长  $\lambda$  [nm]、相位偏移  $\Phi$  [弧度] 满足下面的式 1。

$$[0147] \quad \frac{2L}{\lambda} + \frac{\Phi}{2\pi} = m \quad (\text{式 1})$$

[0148] 反射电极 3 中的相位偏移  $\Phi$  能够由下面的式 2 求出。

$$[0149] \quad \Phi = \tan^{-1} \left( \frac{2n_1 k_0}{n_1^2 - n_0^2 - k_0^2} \right) \quad (\text{式 2})$$

[0150] 其中,  $n_1$  是透明导电层 4 的折射率,  $n_0$  是反射电极 3 的折射率,  $k_0$  是反射电极 3 的消光系数。

[0151] 如图 9 所示, 在实施例 1、比较例 1 中, 可以确认式 1 的右边  $m$  为整数。在此, 设 R、G、B 各色的共振波长  $\lambda$  为 638[nm]、535[nm]、468[nm]。另外, 在实施例 1 中考虑功能层的膜厚的容许裕余量宽度为 20[nm] 以上时, 如图 9 的实施例 1' 所示, 可知式 1 的右边  $m$  也可以不是整数。

[0152] < 视角特性 >

[0153] ( 绿 )

[0154] 图 10 是用于说明在与图 7 相同条件的有机 EL 元件中 G( 绿 ) 的视角特性的图。图 10(a)(b) 表示实施例 1、比较例 1 的辉度的视角依赖性。据此, 在实施例 1 中, 30° 视角下辉度处于 100[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 95[%] 附近 ( 有 CF)。与此相对, 在比较例 1 中, 30° 视角下辉度处于 95[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 80[%] 附近 ( 有 CF)。因此, 可知实施例 1、比较例 1 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是, 可以说实施例 1 与比较例 1 相比, 由于辉度的视角依赖性小, 因此视角特性优良。

[0155] 图 10(c)(d) 表示实施例 1、比较例 1 的色度的视角依赖性。据此, 在实施例 1 中, 50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.005 左右,  $\Delta y$  为 0.005 左右 ( 有 CF)。在此,  $\Delta x$  是关于  $x$  的  $\Delta$  CIE 的绝对值,  $\Delta y$  是关于  $y$  的  $\Delta$  CIE 的绝对值。与此相对, 在比较例 1 中, 50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.038 左右,  $\Delta y$  为 0.025 左右 ( 有 CF)。因此, 可知实施例 1、比较例 1 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是, 可以说实施例 1 与比较例 1 相比, 由于色度的视角依赖性小, 因此视角特性优良。

[0156] ( 红 )

[0157] 图 11 是用于说明在与图 7 相同条件的有机 EL 元件中 R( 红 ) 的视角特性的图。图 11(a)(b) 表示实施例 1、比较例 1 的辉度的视角依赖性。据此, 在实施例 1 中, 30° 视角下辉度处于 100[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 95[%] 附近 ( 有 CF)。与此相对, 在比较例 1 中, 30° 视角下辉度处于 110[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 102[%] 附近 ( 有 CF)。因此, 可知实施例 1、比较例 1 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是, 可以说实施例 1 与比较例 1 相比, 由于辉度的视角依赖性小, 因此视角特性优良。

[0158] 图 11(c)(d) 表示实施例 1、比较例 1 的色度的视角依赖性。据此, 在实施例 1 中, 50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.012 左右,  $\Delta y$  为 0.013 左右 ( 有 CF)。与此相对, 在比较例 1 中, 50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.023 左右,  $\Delta y$  为 0.025 左右 ( 有 CF)。因此, 可知实施例 1、比较例 1 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是, 可以说实施例 1 与比较例 1 相比, 由于色度的视角依赖性小, 因此视角特性优良。

[0159] ( 蓝 )

[0160] 图 12 是用于说明在与图 7 相同条件的有机 EL 元件中 B( 蓝 ) 的视角特性的图。图

12(a) (b) 表示实施例 1、比较例 1 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 1 中,30° 视角下辉度处于 100[%] 附近,45° 视角下辉度处于 95[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 1 中,30° 视角下辉度处于 110[%] 附近,45° 视角下辉度处于 117[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 1、比较例 1 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 1 与比较例 1 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0161] 图 12(c) (d) 表示实施例 1、比较例 1 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 1 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  大致为 0, $\Delta y$  大致为 0(有 CF)。与此相对,在比较例 1 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.005 左右, $\Delta y$  为 0.01 左右(有 CF)。因此,可知实施例 1、比较例 1 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 1 与比较例 1 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0162] 根据以上所述,关于视角特性,可知 R、G、B 各色都是实施例 1 比比较例 1 优良。特别地,就 G(绿)而言,比较例 1 由于刚刚满足了图 8 的容许范围而不能确保功能层的膜厚裕余量,与此相对,实施例 1 由于具有裕余地满足了图 8 的容许范围而能够确保功能层的膜厚裕余量,这一点上优越性高。

[0163] [第 2 模拟]

[0164] <条件>

[0165] 第 2 模拟,关于功能层的构造以及各层的材料,与第 1 模拟同样。

[0166] <发光效率和膜厚调整的容易性>

[0167] 图 13 是表示在上述条件下、使透明导电层的膜厚为 15[nm] 并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。根据图 13,第 1 腔的发光效率比第 2 腔的发光效率高。因此,若采用第 1 腔,与采用第 2 腔的情况相比,能够提高有机 EL 元件的发光效率。另外,根据图 13,在第 1 腔中,R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚集中地存在于 0[nm] ~ 45[nm] 的狭窄范围(功能层的膜厚为 0[nm] ~ 60[nm] 的范围)中。另一方面,在第 2 腔中,R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚分散地存在于 100[nm] ~ 250[nm] 的宽大范围中。因此,若 R、G、B 各色的有机 EL 元件采用第 1 腔,与采用第 2 腔的情况相比,不怎么需要 R、G、B 各色的空穴输送层的分开制作,制造工序中的膜厚调整更为容易。

[0168] 图 14 是用于对比在与图 13 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0169] 在实施例 2(第 1 腔)中,使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 15[nm],使空穴输送层的膜厚分别为 13[nm]、12[nm]、11[nm],使用 CF(滤色片)将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。在比较例 2(第 2 腔)中,使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 15[nm],使空穴输送层的膜厚分别为 195[nm]、170[nm]、148[nm],使用滤色片将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。当对比实施例 2 和比较例 2 时,可知实施例 2 与比较例 2 相比,发光效率以及膜厚调整的容易性这两方面都优良。

[0170] 另外,如图 15 所示,在实施例 2、比较例 2 中,能够确认式 1 的右边  $m$  为整数。另外,在实施例 2 中考虑功能层的膜厚的容许裕余量宽度为 20[nm] 左右时,如图 15 的实施例 2' 所示,可知式 1 的右边  $m$  也可以不是整数。

[0171] <视角特性>

[0172] (绿)

[0173] 图 16 是用于说明在与图 14 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图。图 16(a)(b) 表示实施例 2、比较例 2 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 2 中,30° 视角下辉度处于 95[%] 附近,45° 视角下辉度处于 90[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 2 中,30° 视角下辉度处于 90[%] 附近,45° 视角下辉度处于 78[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 2 满足了图 8 的容许范围,但比较例 2 没有满足图 8 的容许范围。

[0174] 图 16(c)(d) 表示实施例 2、比较例 2 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 2 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.007 左右, $\Delta y$  为 0.007 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 2 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  超过 0.04, $\Delta y$  为 0.023 左右(有 CF)。因此,可知实施例 2 满足了图 8 的容许范围,但比较例 2 没有满足图 8 的容许范围。

[0175] (红)

[0176] 图 17 是用于说明在与图 14 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图。图 17(a)(b) 表示实施例 2、比较例 2 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 2 中,30° 视角下辉度处于 93[%] 附近,45° 视角下辉度处于 87[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 2 中,30° 视角下辉度处于 100[%] 附近,45° 视角下辉度处于 90[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 2、比较例 2 这两方都满足了图 8 的容许范围。

[0177] 图 17(c)(d) 表示实施例 2、比较例 2 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 2 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.002 左右, $\Delta y$  为 0.002 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 2 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.007 左右, $\Delta y$  为 0.007 左右(有 CF)。因此,可知实施例 2、比较例 2 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 2 与比较例 2 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0178] (蓝)

[0179] 图 18 是用于说明在与图 14 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图。图 18(a)(b) 表示实施例 2、比较例 2 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 2 中,30° 视角下辉度处于 98[%] 附近,45° 视角下辉度处于 95[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 2 中,30° 视角下辉度处于 100[%] 附近,45° 视角下辉度处于 98[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 2、比较例 2 这两方都满足了图 8 的容许范围。

[0180] 图 18(c)(d) 表示实施例 2、比较例 2 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 2 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  大致为 0, $\Delta y$  为 0.004 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 2 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.005 左右, $\Delta y$  为 0.008 左右(有 CF)。因此,可知实施例 2、比较例 2 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 2 与比较例 2 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0181] 根据以上所述,关于视角特性,可知 R、G、B 各色都是实施例 2 比比较例 2 优良。特别地,就 G(绿)而言,比较例 2 没有满足图 8 的容许范围,与此相对,实施例 2 满足了图 8 的容许范围,这一点上优越性高。

[0182] [第 3 模拟]

[0183] <条件>

[0184] 第 3 模拟中,设透明导电层的材料为 IZO(Indium Zinc Oxide:氧化铟锌),设反射电极的材料为铝。除此以外都与第 1 模拟同样。

[0185] < 发光效率和膜厚调整容易性 >

[0186] 图 19 是表示在上述条件下、使透明导电层的膜厚为 20[nm] 并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。根据图 19, 第 1 腔的发光效率比第 2 腔的发光效率高。因此, 若采用第 1 腔, 与采用第 2 腔的情况相比, 能够提高有机 EL 元件的发光效率。另外, 根据图 19, 在第 1 腔中, R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚集中地存在于 0[nm] ~ 40[nm] 的狭窄范围 (功能层的膜厚为 0[nm] ~ 60[nm] 的范围) 中。另一方面, 在第 2 腔中, R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚分散地存在于 100[nm] ~ 250[nm] 的宽大范围中。因此, 若 R、G、B 各色的有机 EL 元件采用第 1 腔, 与采用第 2 腔的情况相比, 不怎么需要 R、G、B 各色的空穴输送层的分开制作, 制造工序中的膜厚调整更为容易。

[0187] 图 20 是用于对比在与图 19 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0188] 在实施例 3 (第 1 腔) 中, 使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm], 使空穴输送层的膜厚分别为 30[nm]、21[nm]、15[nm], 使用 CF (滤色片) 将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。在比较例 3 (第 2 腔) 中, 使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm], 使空穴输送层的膜厚分别为 217[nm]、185[nm]、152[nm], 使用滤色片将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。当对比实施例 3 和比较例 3 时, 可知实施例 3 与比较例 3 相比, 发光效率以及膜厚调整容易性这两方面都优良。

[0189] 另外, 如图 21 所示, 在实施例 3、比较例 3 中, 能够确认式 1 的右边 m 为整数。另外, 在实施例 3 中考虑功能层的膜厚的容许裕余量宽度为 20[nm] 以上时, 如图 21 的实施例 3' 所示, 可知式 1 的右边 m 也可以不是整数。

[0190] < 视角特性 >

[0191] (绿)

[0192] 图 22 是用于说明在与图 20 相同条件的有机 EL 元件中 G (绿) 的视角特性的图。图 22 (a) (b) 表示实施例 3、比较例 3 的辉度的视角依赖性。据此, 在实施例 3 中, 30° 视角下辉度处于 100[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 90[%] 附近 (有 CF)。与此相对, 在比较例 3 中, 30° 视角下辉度处于 97[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 79[%] 附近 (有 CF)。因此, 可知实施例 3 满足了图 8 的容许范围、但比较例 3 没有满足图 8 的容许范围。

[0193] 图 22 (c) (d) 表示实施例 3、比较例 3 的色度的视角依赖性。据此, 在实施例 3 中, 50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.005 左右,  $\Delta y$  为 0.005 左右 (有 CF)。与此相对, 在比较例 3 中, 50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.04 左右,  $\Delta y$  为 0.025 左右 (有 CF)。因此, 可知实施例 3、比较例 3 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是, 可以说实施例 3 与比较例 3 相比, 由于色度的视角依赖性小, 因此视角特性优良。

[0194] (红)

[0195] 图 23 是用于说明在与图 20 相同条件的有机 EL 元件中 R (红) 的视角特性的图。图 23 (a) (b) 表示实施例 3、比较例 3 的辉度的视角依赖性。据此, 在实施例 3 中, 30° 视角下辉度处于 98[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 90[%] 附近 (有 CF)。与此相对, 在比较例 3 中, 30° 视角下辉度处于 98[%] 附近, 45° 视角下辉度处于 80[%] 附近 (有 CF)。因此, 可知实施例 3、比较例 3 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是, 可以说实施例 3 与比较例

3 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0196] 图 23(c) (d) 表示实施例 3、比较例 3 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 3 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.012 左右, $\Delta y$  为 0.012 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 3 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.023 左右, $\Delta y$  为 0.023 左右(有 CF)。因此,可知实施例 3、比较例 3 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 3 与比较例 3 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0197] (蓝)

[0198] 图 24 是用于说明在与图 20 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图。图 24(a) (b) 表示实施例 3、比较例 3 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 3 中,30° 视角下辉度处于 98[%] 附近,45° 视角下辉度处于 95[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 3 中,30° 视角下辉度处于 97[%] 附近,45° 视角下辉度处于 87[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 3、比较例 3 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 3 与比较例 3 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0199] 图 24(c) (d) 表示实施例 3、比较例 3 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 3 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  大致为 0, $\Delta y$  大致为 0(有 CF)。与此相对,在比较例 3 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.005 左右, $\Delta y$  为 0.01 左右(有 CF)。因此,可知实施例 3、比较例 3 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 3 与比较例 3 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0200] 根据以上所述,关于视角特性,可知 R、G、B 各色都是实施例 3 比比较例 3 优良。特别地,就 G(绿)而言,比较例 3 没有满足图 8 的容许范围,与此相对,实施例 3 满足了图 8 的容许范围,这一点上优越性高。

[0201] [第 4 模拟]

[0202] <条件>

[0203] 在第 4 模拟中,设功能层的构造为透明导电层、空穴注入层和空穴输送层的 3 层构造。另外,设透明导电层的材料为 IZO(Indium Zinc Oxide),设空穴注入层的材料为无机材料,设空穴输送层的材料为有机材料,设反射电极的材料为铝,设 R、G、B 各色的有机发光层的材料为日本 SUMATION 公司制造的 RP158、GP1200、BP105。

[0204] <发光效率和膜厚调整的容易性>

[0205] 图 25 是表示在上述条件下使透明导电层的膜厚为 20[nm]、使空穴注入层的膜厚为 5[nm]、并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。根据图 25,第 1 腔的发光效率比第 2 腔的发光效率高。因此,若采用第 1 腔,与采用第 2 腔的情况相比,能够提高有机 EL 元件的发光效率。另外,根据图 25,在第 1 腔中,R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚集中地存在于 0[nm] ~ 35[nm] 的狭窄范围(功能层的膜厚为 0[nm] ~ 60[nm] 的范围)中。另一方面,在第 2 腔中,R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚分散地存在于 100[nm] ~ 250[nm] 的宽大范围中。因此,若 R、G、B 各色的有机 EL 元件采用第 1 腔,与采用第 2 腔的情况相比,不怎么需要 R、G、B 各色的空穴输送层的分开制作,制造工序中的膜厚调整更为容易。

[0206] 图 26 是用于对比在与图 25 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0207] 在实施例 4(第 1 腔)中,使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm],使空穴注入层的膜厚共同为 5[nm],使空穴输送层的膜厚分别为 25[nm]、16[nm]、9[nm],使用 CF(滤色片)将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。在比较例 4(第 2 腔)中,使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm],使空穴注入层的膜厚共同为 5[nm],使空穴输送层的膜厚分别为 212[nm]、180[nm]、146[nm],使用滤色片将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。当对比实施例 4 和比较例 4 时,可知实施例 4 与比较例 4 相比,发光效率以及膜厚调整的容易性这两方面都优良。

[0208] 另外,如图 27 所示,在实施例 4、在比较例 4 中,能够确认式 1 的右边  $m$  为整数。另外,在实施例 4 中考虑功能层的膜厚的容许裕余量宽度为 20[nm] 以上时,如图 27 的实施例 4' 所示,可知式 1 的右边  $m$  也可以不是整数。

[0209] < 视角特性 >

[0210] ( 绿 )

[0211] 图 28 是用于说明在与图 26 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图。图 28(a)(b) 表示实施例 4、比较例 4 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 4 中,30° 视角下辉度处于 98[%] 附近,45° 视角下辉度处于 92[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 4 中,30° 视角下辉度处于 97[%] 附近,45° 视角下辉度处于 80[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 4、比较例 4 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 4 与比较例 4 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0212] 图 28(c)(d) 表示实施例 4、比较例 4 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 4 中,50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.006 左右, $\Delta y$  为 0.004 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 4 中,50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.04 左右, $\Delta y$  为 0.026 左右(有 CF)。因此,可知实施例 4、比较例 4 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 4 与比较例 4 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0213] ( 红 )

[0214] 图 29 是用于说明在与图 26 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图。图 29(a)(b) 表示实施例 4、比较例 4 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 4 中,30° 视角下辉度处于 98[%] 附近,45° 视角下辉度处于 90[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 4 中,30° 视角下辉度处于 98[%] 附近,45° 视角下辉度处于 80[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 4、比较例 4 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 4 与比较例 4 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0215] 图 29(c)(d) 表示实施例 4、比较例 4 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 4 中,50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.011 左右, $\Delta y$  为 0.013 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 4 中,50° 视角下色度变化  $\Delta x$  为 0.022 左右, $\Delta y$  为 0.023 左右(有 CF)。因此,可知实施例 4、比较例 4 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 4 与比较例 4 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0216] ( 蓝 )

[0217] 图 30 是用于说明在与图 26 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图。图 30(a)(b) 表示实施例 4、比较例 4 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 4 中,30° 视角下辉度处于 98[%] 附近,45° 视角下辉度处于 92[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例

4 中,30° 视角下辉度处于 97[%] 附近,45° 视角下辉度处于 85[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 4、比较例 4 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 4 与比较例 4 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0218] 图 30(c)(d) 表示实施例 4、比较例 4 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 4 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  大致为 0, $\Delta y$  大致为 0(有 CF)。与此相对,在比较例 4 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.005 左右, $\Delta y$  为 0.011 左右(有 CF)。因此,可知实施例 4、比较例 4 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 4 与比较例 4 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0219] 根据以上所述,关于视角特性,可知 R、G、B 各色都是实施例 4 比比较例 4 优良。特别地,就 G(绿)而言,比较例 4 刚刚满足图 8 的容许范围,因此不能确保功能层的膜厚裕余量,与此相对,实施例 4 具有余裕地满足了图 8 的容许范围,因此能够确保功能层的膜厚裕余量,这一点上优越性高。

[0220] [第 5 模拟]

[0221] <条件>

[0222] 在第 5 模拟中,设透明导电层的材料为 IZO(Indium Zinc Oxide),设反射电极的材料为铝。除此以外都与第 4 模拟同样。

[0223] <发光效率和膜厚调整容易性>

[0224] 图 31 是表示在上述条件下使透明导电层的膜厚为 20[nm]、使空穴注入层的膜厚为 5[nm]、并使空穴输送层的膜厚从 0[nm] 到 600[nm] 变化时的发光效率 [cd/A] 的变化的图。根据图 31,第 1 腔的发光效率比第 2 腔的发光效率高。因此,若采用第 1 腔,与采用第 2 腔的情况相比,能够提高有机 EL 元件的发光效率。另外,根据图 31,在第 1 腔中,R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚集中地存在于 0[nm] ~ 35[nm] 的狭窄范围(功能层的膜厚为 0[nm] ~ 60[nm] 的范围)中。另一方面,在第 2 腔中,R、G、B 各色的发光效率呈现极大值的空穴输送层的膜厚分散地存在于 100[nm] ~ 250[nm] 的宽大范围中。因此,若 R、G、B 各色的有机 EL 元件采用第 1 腔,与采用第 2 腔的情况相比,不怎么需要 R、G、B 各色的空穴输送层的分开制作,制造工序中的膜厚调整更为容易。

[0225] 图 32 是用于对比在与图 31 相同条件的有机 EL 元件中采用了第 1 腔的情况和采用了第 2 腔的情况的图。

[0226] 在实施例 5(第 1 腔)中,使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm],使空穴注入层的膜厚共同为 5[nm],使空穴输送层的膜厚分别为 15[nm]、9[nm]、5[nm],使用 CF(滤色片)将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。在比较例 5(第 2 腔)中,使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚共同为 20[nm],使空穴注入层的膜厚共同为 5[nm],使空穴输送层的膜厚分别为 213[nm]、166[nm]、143[nm],使用滤色片将 R、G、B 各色的色度调整到适当范围内。当对比实施例 5 和比较例 5 时,可知实施例 5 与比较例 5 相比,发光效率以及膜厚调整的容易性这两方面都优良。

[0227] 另外,如图 33 所示,在实施例 5、在比较例 5 中,能够确认式 1 的右边 m 为整数。另外,在实施例 5 中考虑功能层的膜厚的容许裕余量宽度为 20[nm] 以上时,如图 33 的实施例 5' 所示,可知式 1 的右边 m 也可以不是整数。

[0228] <视角特性>

[0229] (绿)

[0230] 图 34 是用于说明在与图 32 相同条件的有机 EL 元件中 G(绿)的视角特性的图。图 34(a)(b) 表示实施例 5、比较例 5 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 5 中,30° 视角下辉度处于 100[%] 附近,45° 视角下辉度处于 98[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 5 中,30° 视角下辉度处于 95[%] 附近,45° 视角下辉度处于 78[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 5 满足了图 8 的容许范围、但比较例 5 没有满足图 8 的容许范围。

[0231] 图 34(c)(d) 表示实施例 5、比较例 5 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 5 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.007 左右, $\Delta y$  为 0.005 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 5 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.038 左右, $\Delta y$  为 0.025 左右(有 CF)。因此,可知实施例 5、比较例 5 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 5 与比较例 5 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0232] (红)

[0233] 图 35 是用于说明在与图 32 相同条件的有机 EL 元件中 R(红)的视角特性的图。图 35(a)(b) 表示实施例 5、比较例 5 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 5 中,30° 视角下辉度处于 100[%] 附近,45° 视角下辉度处于 90[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 5 中,30° 视角下辉度处于 110[%] 附近,45° 视角下辉度处于 100[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 5、比较例 5 这两方都满足了图 8 的容许范围。

[0234] 图 35(c)(d) 表示实施例 5、比较例 5 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 5 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.012 左右, $\Delta y$  为 0.013 左右(有 CF)。与此相对,在比较例 5 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.023 左右, $\Delta y$  为 0.023 左右(有 CF)。因此,可知实施例 5、比较例 5 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 5 与比较例 5 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0235] (蓝)

[0236] 图 36 是用于说明在与图 32 相同条件的有机 EL 元件中 B(蓝)的视角特性的图。图 36(a)(b) 表示实施例 5、比较例 5 的辉度的视角依赖性。据此,在实施例 5 中,30° 视角下辉度处于 100[%] 附近,45° 视角下辉度处于 98[%] 附近(有 CF)。与此相对,在比较例 5 中,30° 视角下辉度处于 104[%] 附近,45° 视角下辉度处于 100[%] 附近(有 CF)。因此,可知实施例 5、比较例 5 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 5 与比较例 5 相比,由于辉度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0237] 图 36(c)(d) 表示实施例 5、比较例 5 的色度的视角依赖性。据此,在实施例 5 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  大致为 0, $\Delta y$  大致为 0(有 CF)。与此相对,在比较例 5 中,50° 视角下色度变化 $\Delta x$  为 0.006 左右, $\Delta y$  为 0.014 左右(有 CF)。因此,可知实施例 5、比较例 5 这两方都满足了图 8 的容许范围。但是,可以说实施例 5 与比较例 5 相比,由于色度的视角依赖性小,因此视角特性优良。

[0238] 根据以上所述,关于视角特性,可知 R、G、B 各色都是实施例 5 比比较例 5 优良。特别地,就 G(绿)而言,比较例 5 没有满足图 8 的容许范围,与此相对,实施例 5 满足了图 8 的容许范围,这一点上优越性高。

[0239] [模拟的总结]

[0240] 图 37 是模拟中的 R、G、B 各色的功能层的膜厚的一览表,图 38 是模拟中的 RG 间、

GB 间、RB 间的功能层的膜厚的差的一览表。模拟的结果,表明实施例 1 ~ 5 是优选的。对实施例 1 ~ 5 进行总结,可知以下事项。

[0241] (1) 使 R、G、B 各色的功能层的膜厚为 26[nm] ~ 50[nm]、且使 R、G、B 各色的功能层的膜厚的差为 1[nm] ~ 16[nm] 即可。另外,使 R、G、B 各色的从有机发光层到反射电极的光学距离为 49[nm] ~ 90[nm]、并使 R、G、B 各色的光学距离的差为 0[nm] ~ 25[nm] 即可。关于光学距离,对 0.1 位进行四舍五入。

[0242] (2) 在功能层为透明导电层和空穴输送层的 2 层构造的情况下,使 R 的空穴输送层的膜厚为 13[nm] ~ 30[nm]、使 G 的空穴输送层的膜厚为 12[nm] ~ 21[nm]、使 B 的空穴输送层的膜厚为 10[nm] ~ 15[nm]、并使 R、G、B 的透明导电层的膜厚为 15[nm] ~ 20[nm] 即可。

[0243] (3) 在功能层为透明导电层、空穴注入层和空穴输送层的 3 层构造的情况下,使 R、G、B 各色的空穴注入层的膜厚为大于 0[nm] 且为 5[nm] 以下、使 R 的空穴输送层的膜厚为 15[nm] ~ 25[nm]、使 G 的空穴输送层的膜厚为 9[nm] ~ 16[nm]、使 B 的空穴输送层的膜厚为 5[nm] ~ 9[nm]、并使 R、G、B 各色的透明导电层的膜厚为 15[nm] ~ 20[nm] 即可。

[0244] (4) 使 R 的功能层的膜厚为 28[nm] ~ 50[nm]、使 G 的功能层的膜厚为 27[nm] ~ 41[nm]、并使 B 的功能层的膜厚为 26[nm] ~ 35[nm] 即可。

[0245] (5) 为了使光学特性进一步提高,有时优选使 R、G、B 各色的功能层的膜厚在大致相等范围内不同。在该情况下,若功能层是透明导电层和空穴输送层的 2 层构造,则优选使透明导电层的膜厚按 R、G、B 各色相同、使空穴输送层的膜厚按 R、G、B 各色不同。另外,若功能层是透明导电层、空穴注入层以及空穴输送层的 3 层构造,则优选使透明导电层以及空穴注入层的膜厚按 R、G、B 各色相同、使空穴输送层的膜厚按 R、G、B 各色不同。这是因为:假定透明导电层以及空穴注入层通过蒸镀法和 / 或溅射法而形成,空穴输送层通过喷墨法而形成之故。喷墨法,只要调整所滴下的墨滴数就能调整 R、G、B 各色的膜厚,因此与蒸镀法和溅射法相比,各色的膜厚调整更为容易。因此,通过使空穴输送层的膜厚不同,能够容易且高精度地对功能层的膜厚进行微调,能够使光学特性进一步提高。

[0246] [各层的具体例]

[0247] <基板>

[0248] 基板 1 例如是 TFT(Thin Film Transistor:薄膜晶体管)基板。基板 1 的材料例如是钠玻璃、无荧光玻璃、磷酸类玻璃、硼酸类玻璃等玻璃板及石英板、以及丙烯酸类树脂、苯乙烯类树脂、聚碳酸酯类树脂、环氧类树脂、聚乙烯、聚酯、硅类树脂等塑料板或者塑料薄膜、以及氧化铝等金属板或者金属箔等。

[0249] <堤>

[0250] 堤 2 只要由绝缘性材料形成即可,优选具有有机溶剂耐性。另外,堤 2 有时被进行蚀刻处理、烘焙处理等,因此优选由对这些处理的耐性高的材料形成。堤 2 的材料既可以是树脂等有机材料,也可以是玻璃等无机材料。作为有机材料,可使用丙烯酸类树脂、聚酰亚胺类树脂、酚醛清漆(novolac)型酚醛树脂等,作为无机材料,可使用二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)、氮化硅(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)等。

[0251] <反射电极>

[0252] 反射电极 3 与设置在基板 1 上的 TFT 电连接,作为有机 EL 元件的正极发挥功能,并

且具有对从有机发光层 7b、7g、7r 向反射电极 3 出射的光进行反射的功能。反射功能可以通过反射电极 3 的构成材料来发挥,也可以通过对反射电极 3 的表面部分实施反射涂敷来发挥。反射电极 3 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)、NiCr(镍和铬的合金)等来形成。

[0253] <透明导电层>

[0254] 透明导电层 4 作为防止在制造过程中反射电极 3 自然氧化的保护层而发挥功能。透明导电层 4 的材料通过对由有机发光层 7b、7g、7r 产生的光具有充分的透光性的导电性材料来形成即可,例如优选 ITO、IZO 等。这是因为即使在室温下成膜也能得到良好的导电性。

[0255] <空穴注入层>

[0256] 空穴注入层 5 具有将空穴注入有机发光层 7b、7g、7r 的功能。例如,由氧化钨(WO<sub>x</sub>)、氧化钼(MoO<sub>x</sub>)、氧化钼钨(Mo<sub>x</sub>W<sub>y</sub>O<sub>z</sub>)等过渡金属的氧化物来形成。通过由过渡金属的氧化物来形成,能够使电压-电流密度特性提高,另外,能够提高电流密度而提高发光强度。此外,除此以外,也可以适用过渡金属的氮化物等金属化合物。

[0257] <空穴输送层>

[0258] 空穴输送层 6 的材料例如是日本特开平 5-163488 号中所记载的三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳烷烃(poly arylalkane)衍生物、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、氨基取代苯基苯乙烯酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、脞衍生物、均二苯代乙烯衍生物、卟啉化合物、芳香族第三级胺化合物及苯乙烯基胺化合物、丁二烯化合物、聚苯乙烯衍生物、脞衍生物、三苯甲烷衍生物、四苯基联苯胺衍生物。特别优选卟啉化合物、芳香族第三级胺化合物以及苯乙烯基胺化合物。

[0259] <有机发光层>

[0260] 有机发光层 7b、7g、7r 的材料例如是日本特开平 5-163488 号公报中所记载的所记载的类噁星(oxinoid)化合物、茛化合物、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)、茚化合物、荧蒽化合物、并四苯化合物、芘化合物、晕苯化合物、喹诺酮化合物及氮杂喹诺酮化合物、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物、若丹明化合物、蒘(chrysene)化合物、菲化合物、环戊二烯化合物、茛化合物、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。

[0261] <电子输送层>

[0262] 电子输送层 8 的材料例如是日本特开平 5-163488 号公报所记载的硝化茚酮衍生物、噻喃二氧化物(thiopyran dioxide)衍生物、联苯醌衍生物、二萘嵌苯四羧酸(perylenetetra-carboxylic)衍生物、蒽醌二甲烷(anthraquinodimethane)衍生物、亚茚基甲烷(fluorenylidene-methane)衍生物、蒽酮衍生物、噁二唑衍生物、二萘嵌苯衍生物、喹啉络合物衍生物。

[0263] 此外,从进一步提高电子注入性这一点考虑,也可以对构成上述电子输送层的材料掺杂 Na、Ba、Ca 等碱金属或碱土族金属。

[0264] <透明电极>

[0265] 透明电极 9 作为有机 EL 元件的负极发挥功能。透明电极 9 的材料,通过对由有机发光层 7b、7g、7r 产生的光具有充分的透光性的导电性材料来形成即可,例如优选 ITO、IZO 等。

[0266] <薄膜封止层>

[0267] 薄膜封止层 10 具有防止夹在基板 1 之间的各层暴露于水分和 / 或空气的功能。薄膜封止层 10 的材料,例如是氮化硅 (SiN)、氮氧化硅 (SiON)、树脂等。

[0268] <树脂封止层>

[0269] 树脂封止层 11 具有使包括从基板 1 到薄膜封止层 10 的各层的背面面板和形成有滤色片 12b、12g、12r 的前面面板贴合,并且防止各层暴露于水分和 / 或空气的功能。树脂封止层 11 的材料例如是树脂粘接剂等。

[0270] <滤色片>

[0271] 滤色片 12b、12g、12r 具有对从有机 EL 元件出射的光的色度进行矫正的功能。

[0272] [显示装置]

[0273] 图 39 是例示本发明的实施方式的显示装置的外观的图。图 40 是表示本发明的实施方式的显示装置的功能框图。显示装置 15 具有有机 EL 面板 16 和与其电连接的驱动控制部 17。有机 EL 面板 16 具有图 3 所示的像素构造。驱动控制部 17 包括:对各有机 EL 元件的反射电极 3 与透明电极 9 之间施加电压的驱动电路 18 ~ 21;和控制驱动电路 18 ~ 21 的工作的控制电路 22。

[0274] [有机 EL 面板的制造方法]

[0275] 接着,说明有机 EL 面板的制造方法。图 41、42 是用于说明本发明的实施方式的有机 EL 面板的制造方法的图。

[0276] 首先,在基板 1 上通过蒸镀法和 / 或溅射法等形成反射电极 3(图 41(a))。接着,在反射电极 3 上,通过蒸镀法和 / 或溅射法等形成透明导电层 4(图 41(b))。接着,形成堤 2(图 41(c))。接着,在透明导电层 4 上,通过例如喷墨法等形成空穴输送层 6(图 41(d))。接着,在空穴输送层 6 上,形成有机发光层 7b、7g、7r(图 42(a))。接着,层叠电子输送层 8、透明电极 9、薄膜封止层 10(图 42(b))。接着,使用树脂封止层 11 贴合形成有滤色片 12b、12g、12r 的前面面板(图 42(c))。作为功能层的膜厚的优选例子,透明导电层 4 的膜厚以及空穴输送层 6 的膜厚被调整到上述的范围中。就对 R、G、B 各色的功能层的膜厚进行微调而言,与蒸镀法和溅射法相比,喷墨法更为容易。因此,优选使透明导电层 4 的膜厚按 R、G、B 各色相同、按 R、G、B 各色对空穴输送层 6 的膜厚进行微调。

[0277] 此外,就得到图 4 的构造而言,在透明导电层 4 上形成空穴注入层 5、接着在空穴注入层 5 上形成空穴输送层 6 即可。空穴注入层 5 使用金属氧化物来构成,使用蒸镀法或溅射法等来形成。在该情况下,也由于与上述同样的理由,优选使透明导电层 4 以及空穴注入层 5 的膜厚按 R、G、B 各色相同、按 R、G、B 各色对空穴输送层 6 的膜厚进行微调。

[0278] 产业上的可利用性

[0279] 本发明能够利用于有机 EL 显示器。

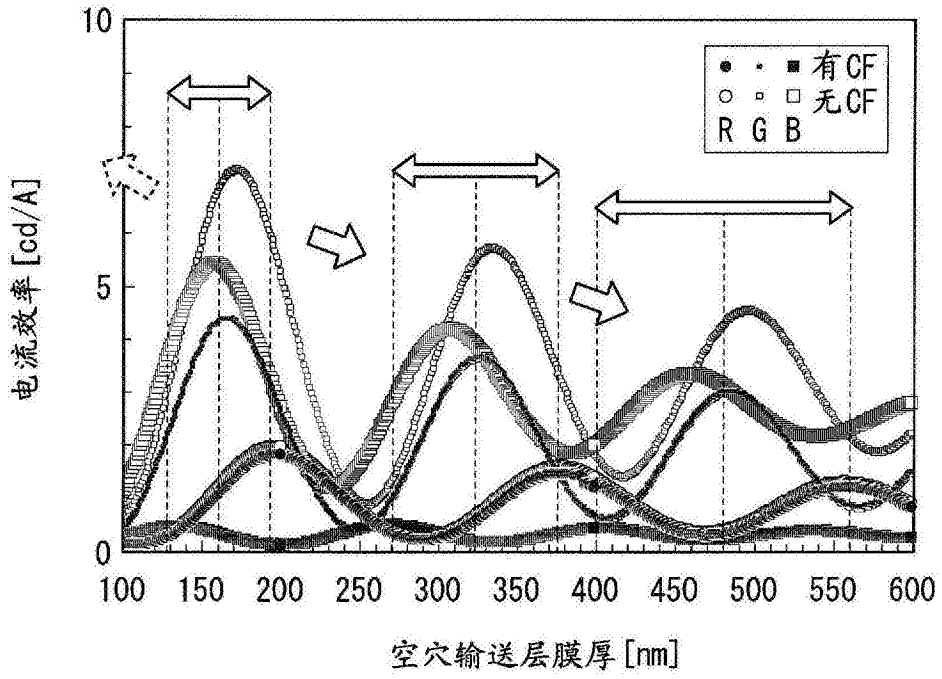


图 1

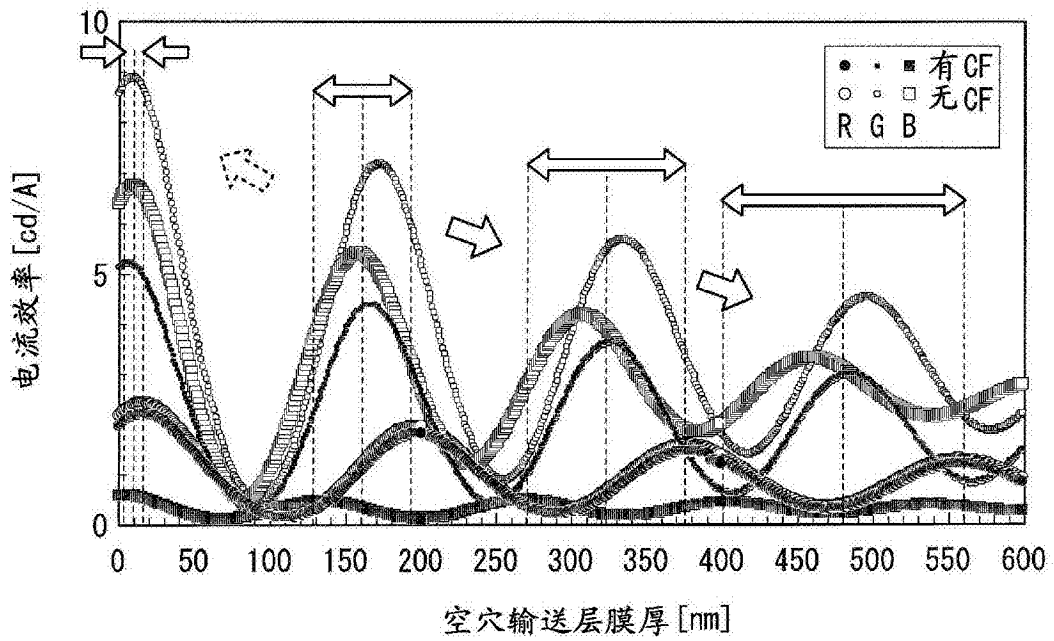


图 2

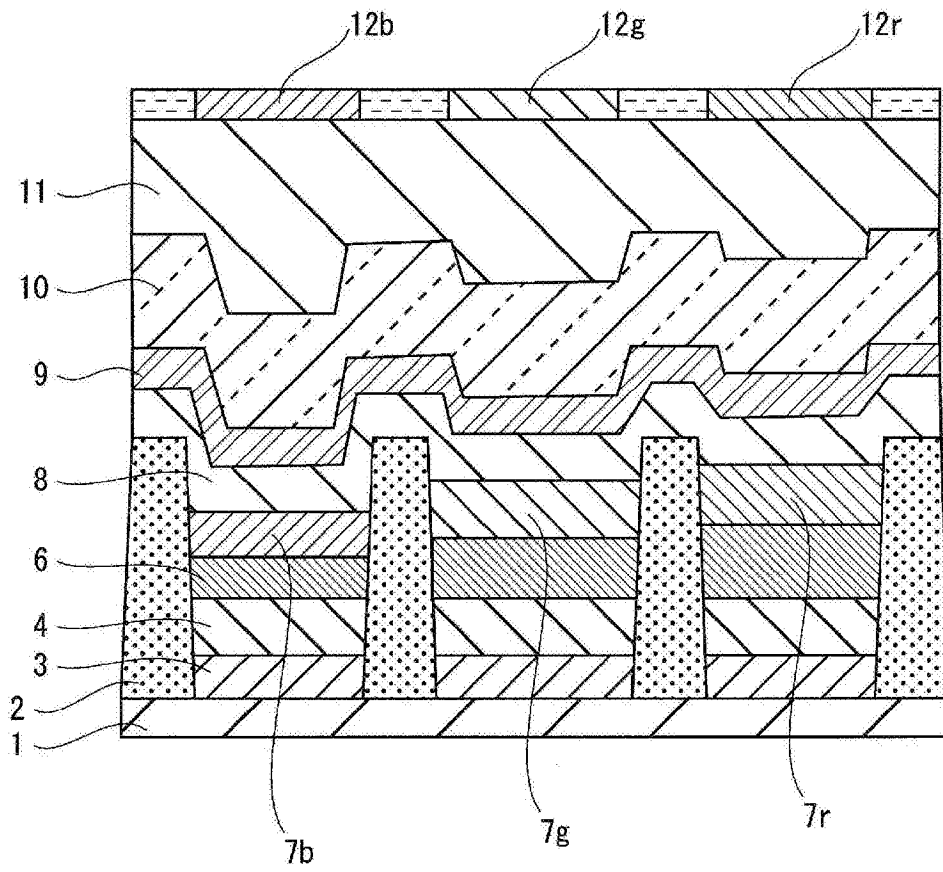


图 3

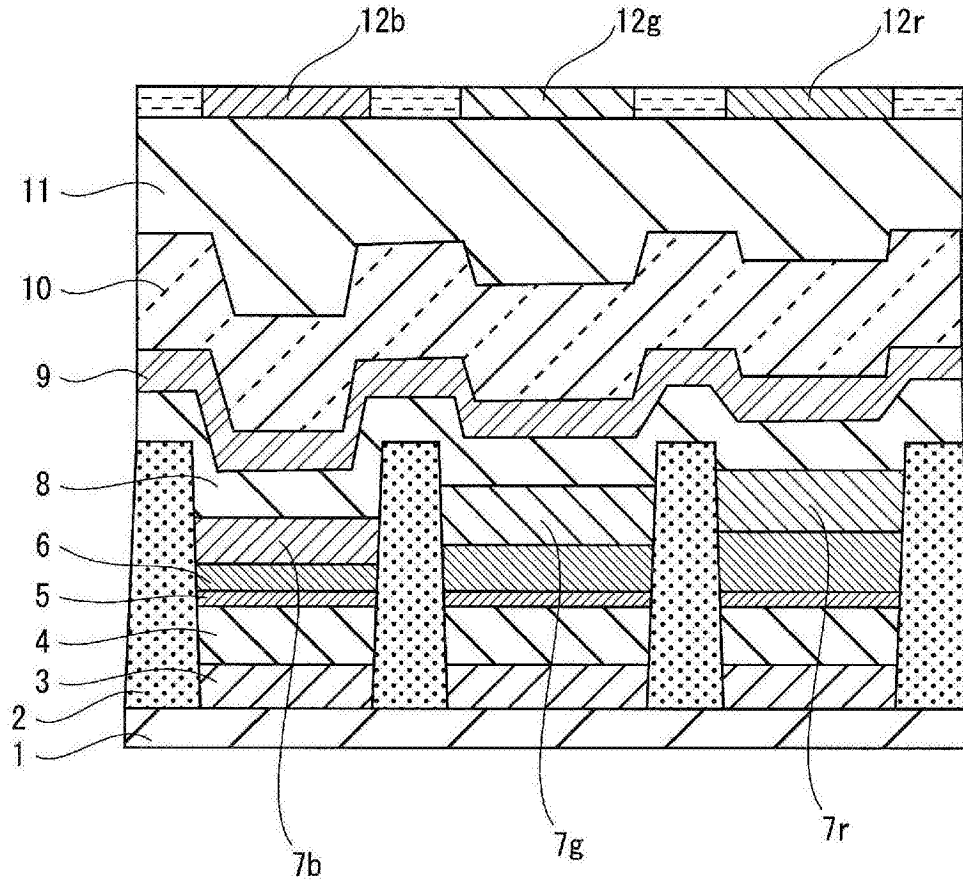


图 4

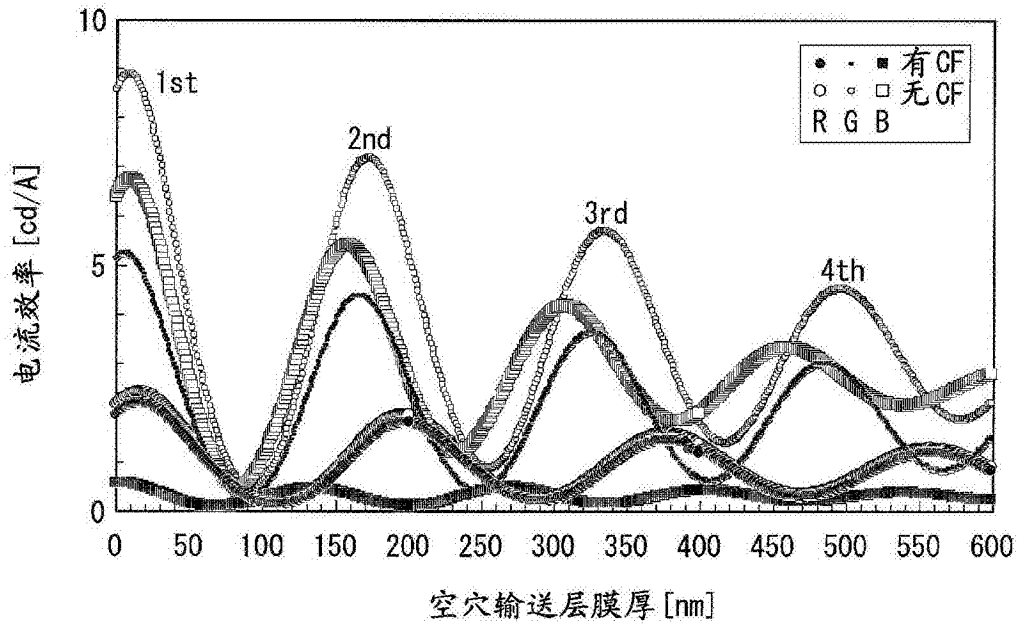


图 5

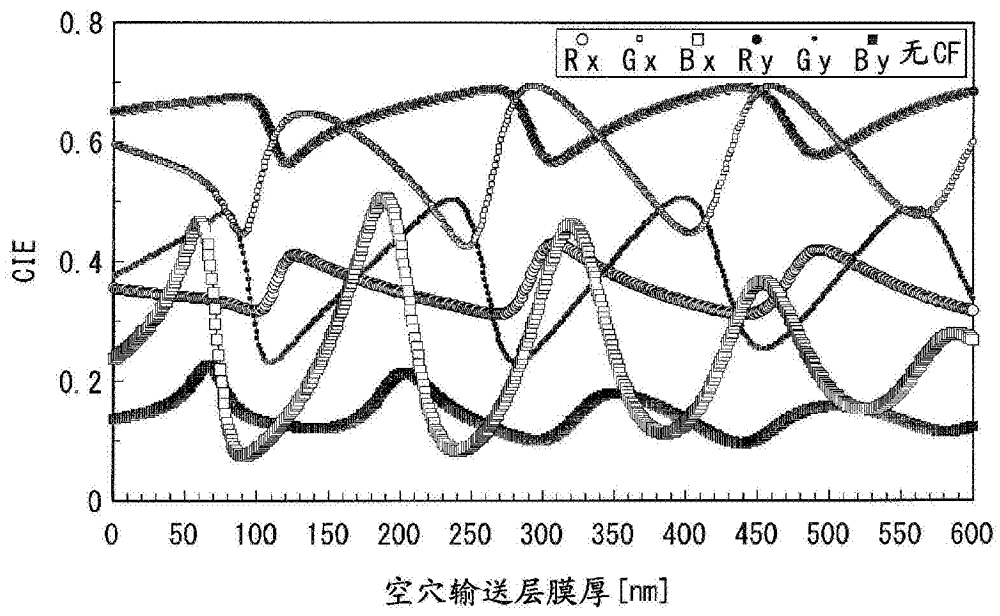


图 6

	膜厚 [nm]		膜厚裕余量 [nm]		效率 [cd/A]	色度 (x, y)	
	透明导电层(ITO)	空穴输送层	容许膜偏移范围	容许裕余量宽度			
实施例1 (第1腔)	R	20	25	-15 ~ +10	25 (55%)	2.1	0.66, 0.34
	G	20	15	-15 ~ +7	22 (63%)	4.9	0.29, 0.67
	B	20	10	-20 ~ +8	28 (93%)	0.49	0.13, 0.06
比较例1 (第2腔)	R	20	220	-8 ~ +6	14 (5.8%)	1.4	0.67, 0.33
	G	20	172	—	0	4.2	0.29, 0.68
	B	20	155	-10 ~ +7	17 (9.7%)	0.23	0.13, 0.06

图 7

面内效率变化 (%)	20
面内色度变化	$\Delta x < 0.04$ $\Delta y < 0.04$
辉度	$\geq 90\%$ @30° $\geq 80\%$ @45°
色度 各色共同	$\Delta x < 0.04$ @50° $\Delta y < 0.04$ @50°

图 8

	膜厚 [nm]		光学距离 L [nm]	$\phi/2\pi$	$2L/\lambda$	m
	透明导电层(ITO)	空穴输送层				
实施例1 (第1腔)	R	20	25	-0.24	0.24	0
	G	20	15	-0.24	0.24	0
	B	20	10	-0.25	0.25	0
实施例1'	R	20	25	-0.16	0.36	0+0.20
	G	20	15	-0.18	0.39	0+0.21
	B	20	10	-0.21	0.42	0+0.21
比较例1 (第2腔)	R	20	220	-0.24	1.24	1
	G	20	172	-0.24	1.24	1
	B	20	155	-0.25	1.25	1

图 9

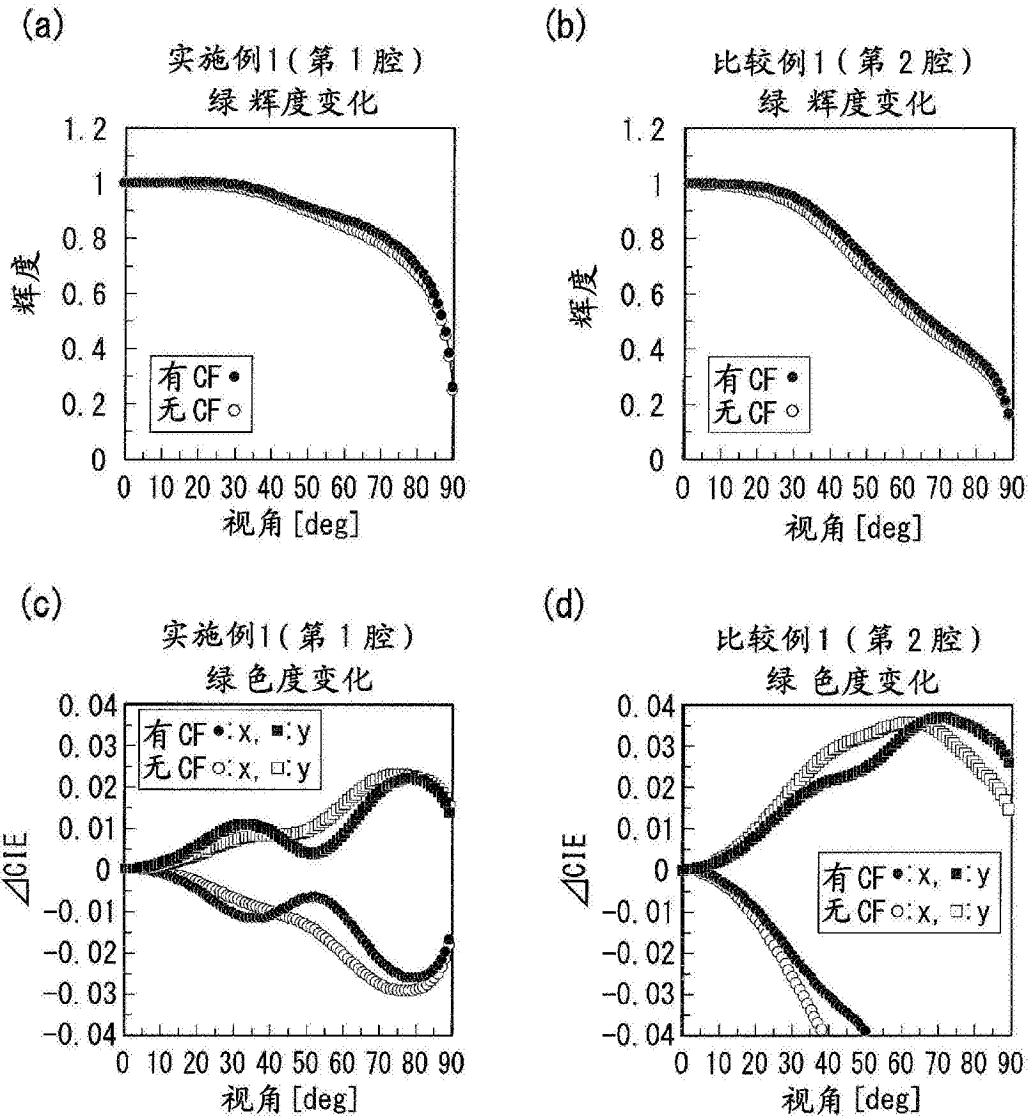


图 10

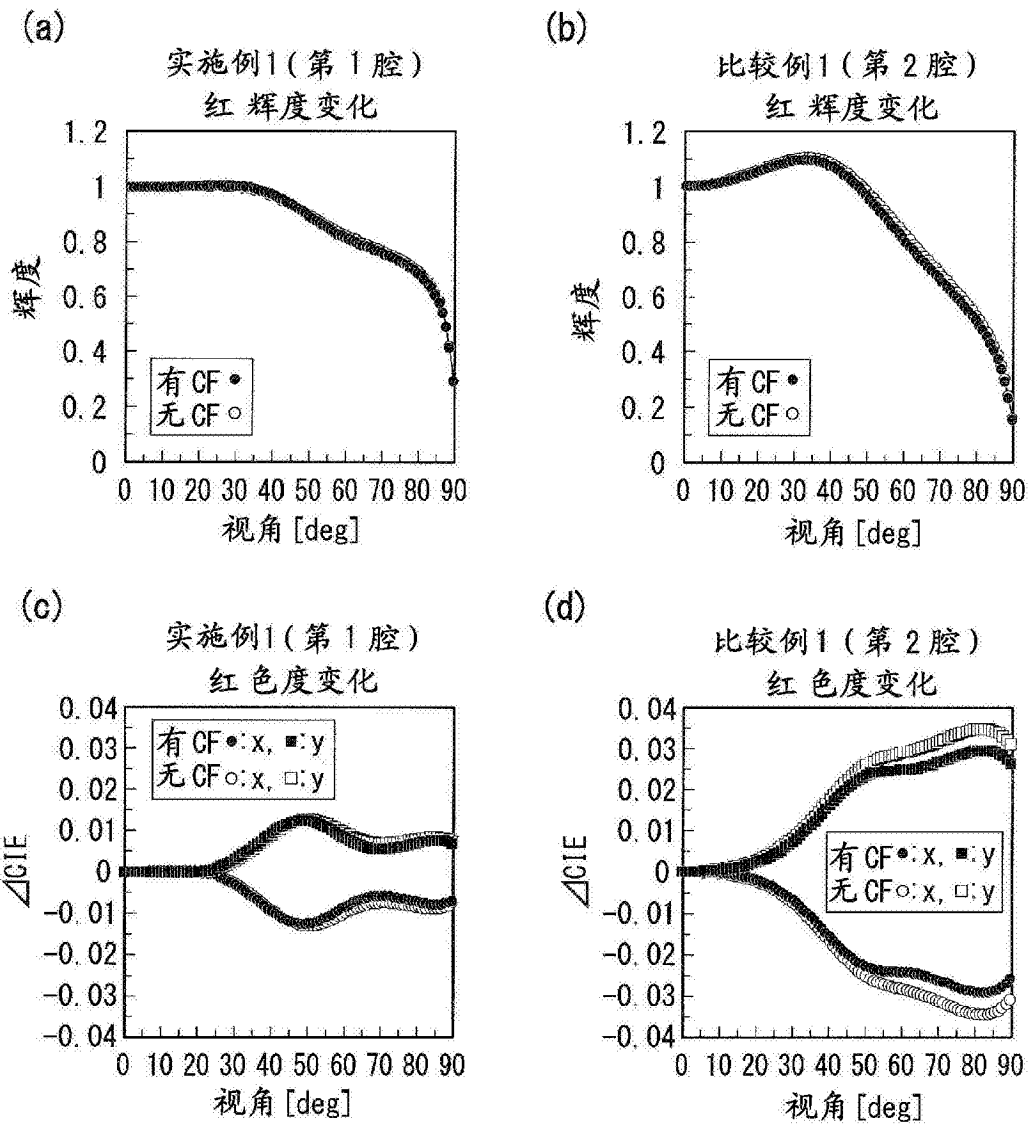


图 11

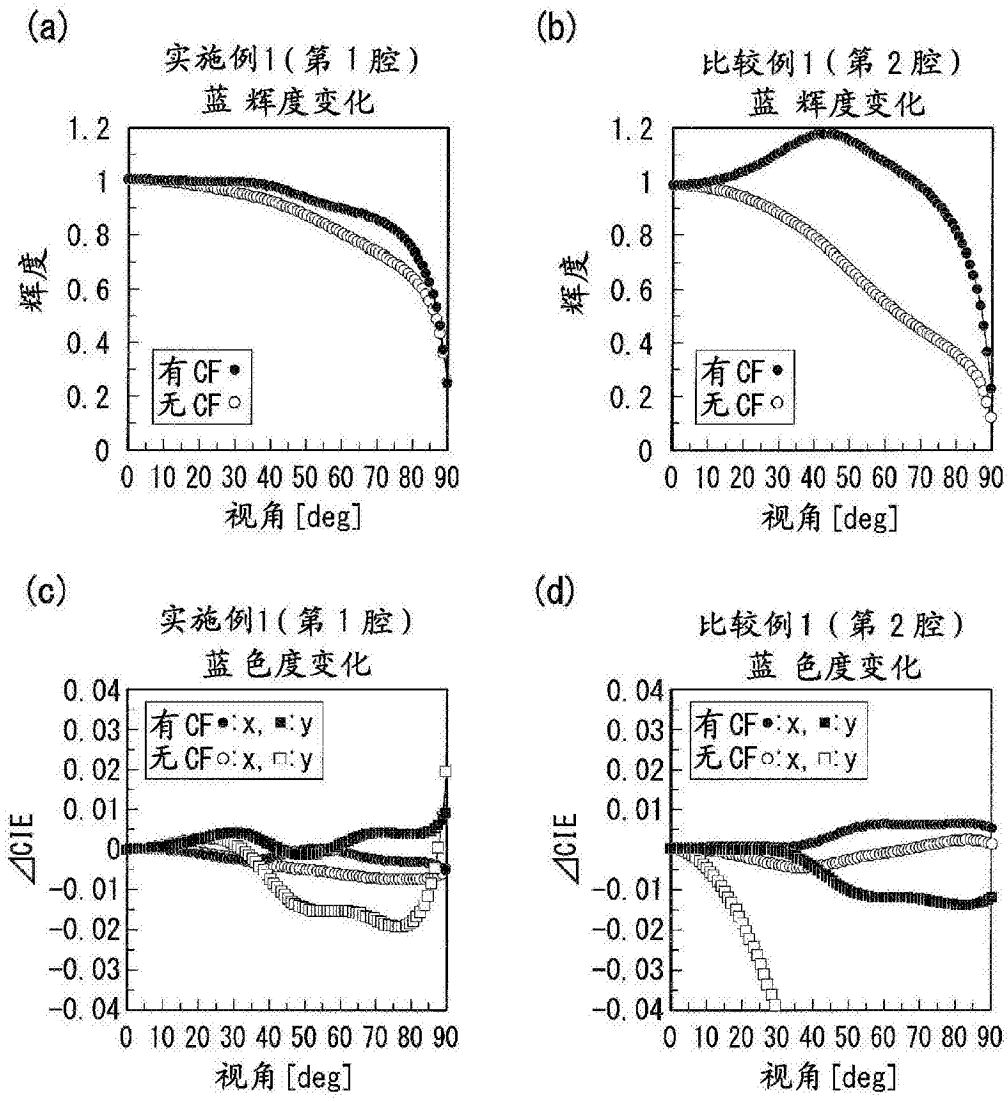


图 12

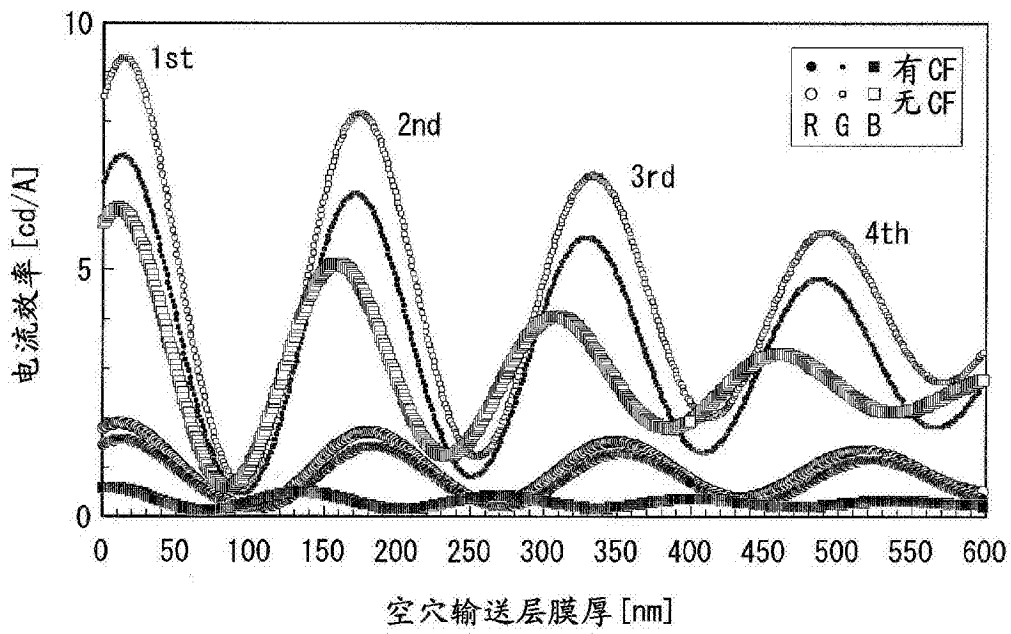


图 13

	膜厚 [nm]			膜厚裕余量 [nm]		效率 [cd/A]	色度 (x, y)
	透明导电层(I10)	空穴输送层	容许膜偏移范围	容许裕余量	容许裕余量宽度		
实施例2 (第1腔)	R	15	13	-4 ~ +20	24 (86%)	1.7	0.67, 0.33
	G	15	12	-11 ~ +16	27 (100%)	6.0	0.29, 0.66
	B	15	11	-10 ~ +9	19 (73%)	0.42	0.13, 0.06
比较例2 (第2腔)	R	15	195	-8 ~ +8	16 (7.6%)	1.4	0.67, 0.33
	G	15	170	—	0	5.4	0.29, 0.67
	B	15	148	-8 ~ +10	18 (11%)	0.33	0.13, 0.07

图 14

	膜厚 [nm]		光学距离 L [nm]	$\phi/2\pi$	$2L/\lambda$	m
	透明导电层(ITO)	空穴输送层				
实施例 2 (第 1 腔)	R	15	13	-0.16	0.16	0
	G	15	12	-0.18	0.18	0
	B	15	11	-0.21	0.21	0
实施例 2' (第 2 腔)	R	15	13	-0.16	0.28	0+0.12
	G	15	12	-0.18	0.32	0+0.15
	B	15	11	-0.21	0.38	0+0.17
比较例 2 (第 2 腔)	R	15	195	-0.16	1.13	1
	G	15	170	-0.18	1.19	1
	B	15	148	-0.21	1.20	1

图 15

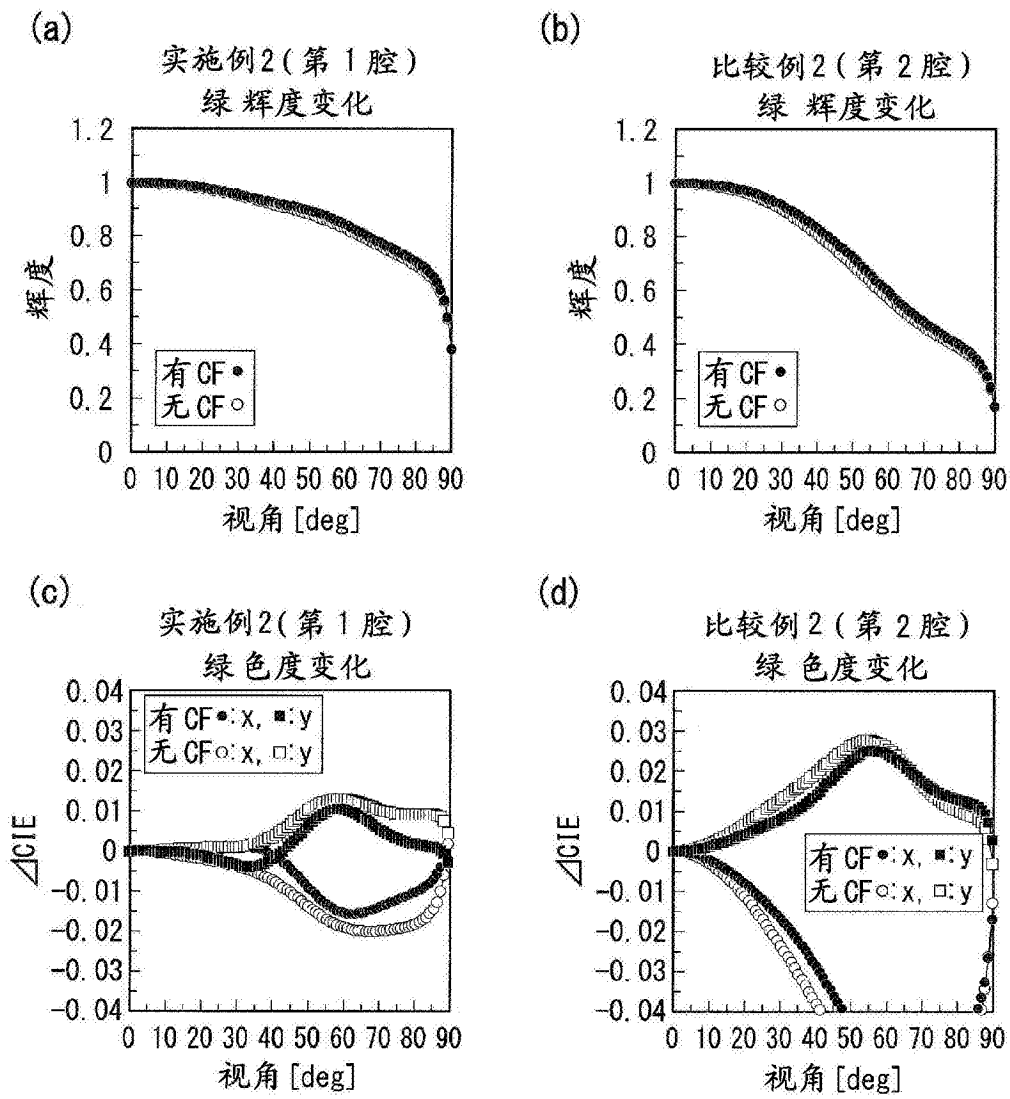


图 16

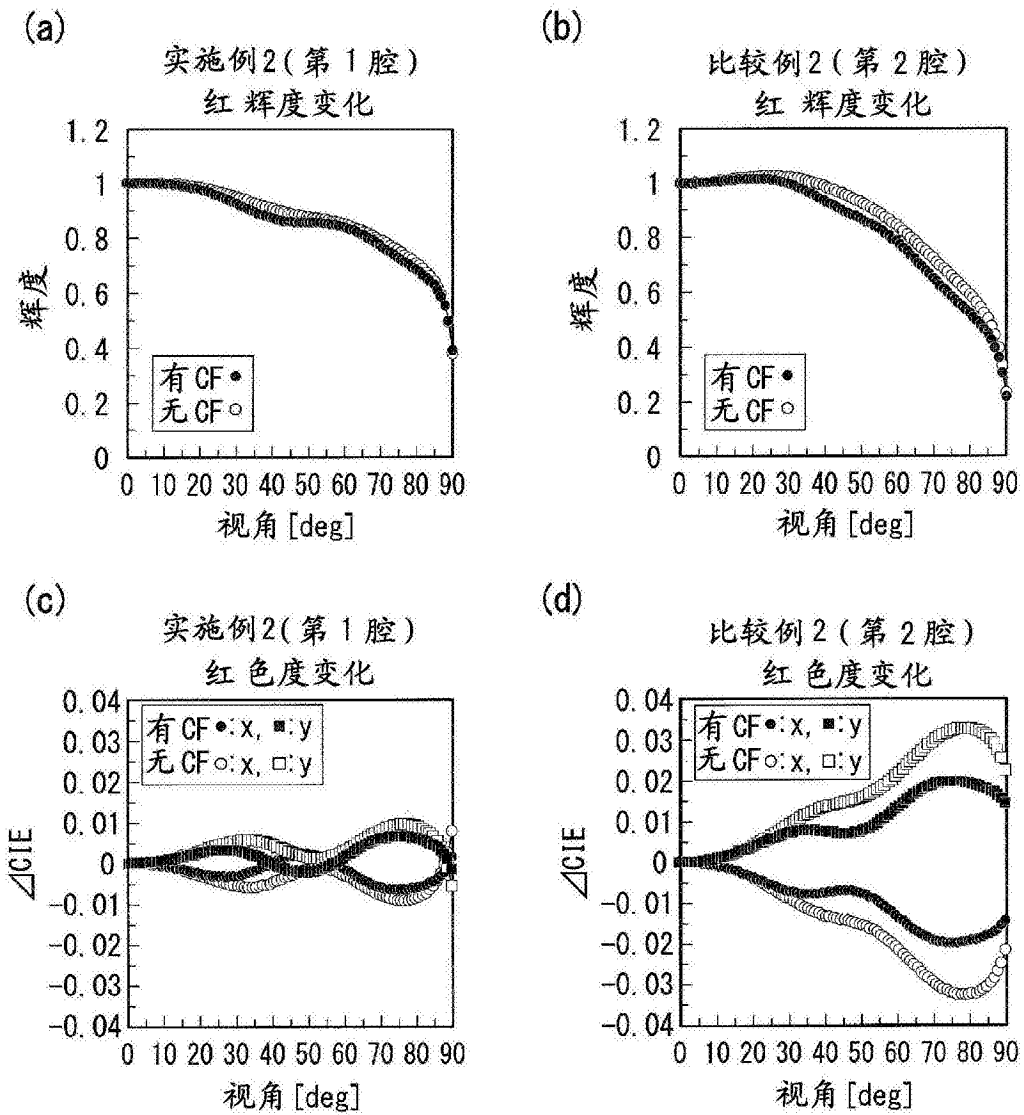


图 17

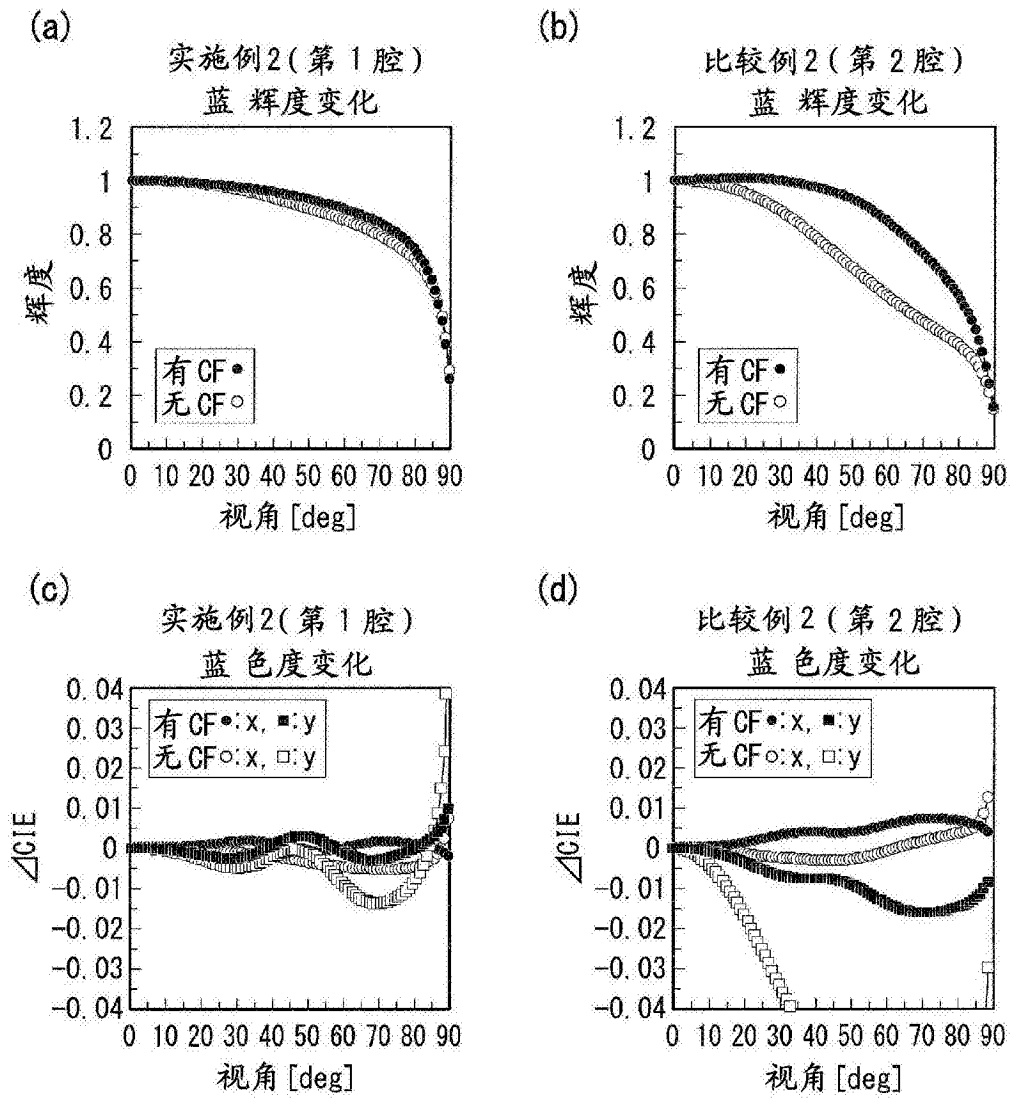


图 18

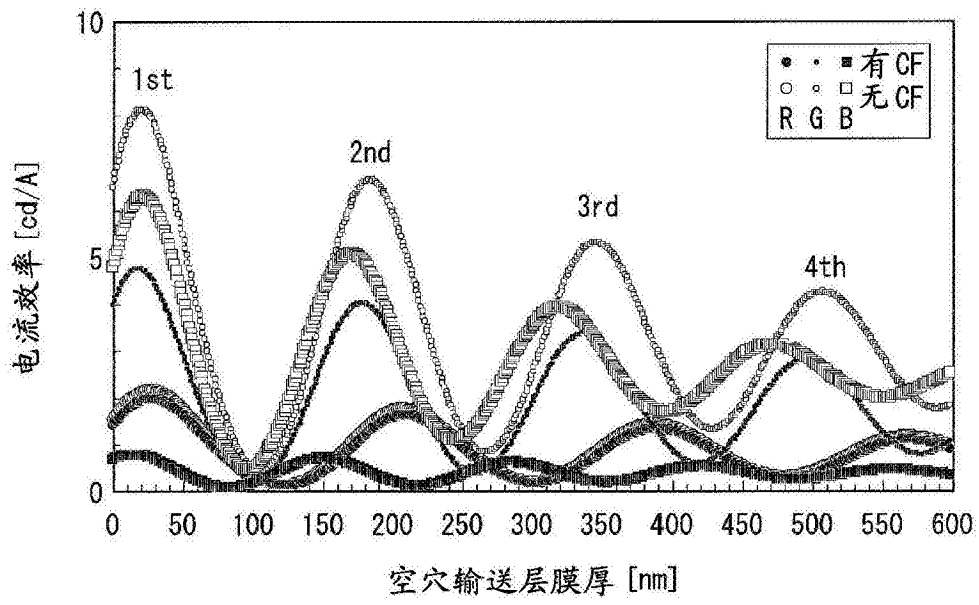


图 19

	膜厚 [nm]			膜厚裕余量 [nm]		效率 [cd/A]	色度 (x, y)
	透明导电层(IZO)	空穴输送层	容许膜偏移范围	容许裕余量宽度	容许裕余量宽度		
实施例3 (第1腔)	R	20	30	-10 ~ +13	23 (46%)	2.0	0.66, 0.34
	G	20	21	-10 ~ +11	21 (51%)	4.7	0.29, 0.67
	B	20	15	-15 ~ +11	26 (74%)	0.49	0.13, 0.06
比较例3 (第2腔)	R	20	217	-5 ~ +8	13 (5.5%)	1.6	0.66, 0.34
	G	20	185	—	0	3.9	0.29, 0.68
	B	20	152	-3 ~ +10	13 (7.6%)	0.38	0.13, 0.06

图 20

	膜厚 [nm]		光学距离 L [nm]	$\phi/2\pi$	2L/ $\lambda$	m
	透明导电层 (IZO)	空穴传输层				
实施例 3 (第 1 腔)	R	20	89.3	-0.28	0.28	0
	G	20	73.7	-0.28	0.28	0
	B	20	65.7	-0.28	0.28	0
实施例 3'	R	20	127.3	-0.28	0.40	0+0.12
	G	20	111.7	-0.28	0.42	0+0.14
	B	20	105.7	-0.28	0.45	0+0.17
比较例 3 (第 2 腔)	R	20	409.1	-0.28	1.28	1
	G	20	343.0	-0.28	1.28	1
	B	20	299.9	-0.28	1.28	1

图 21

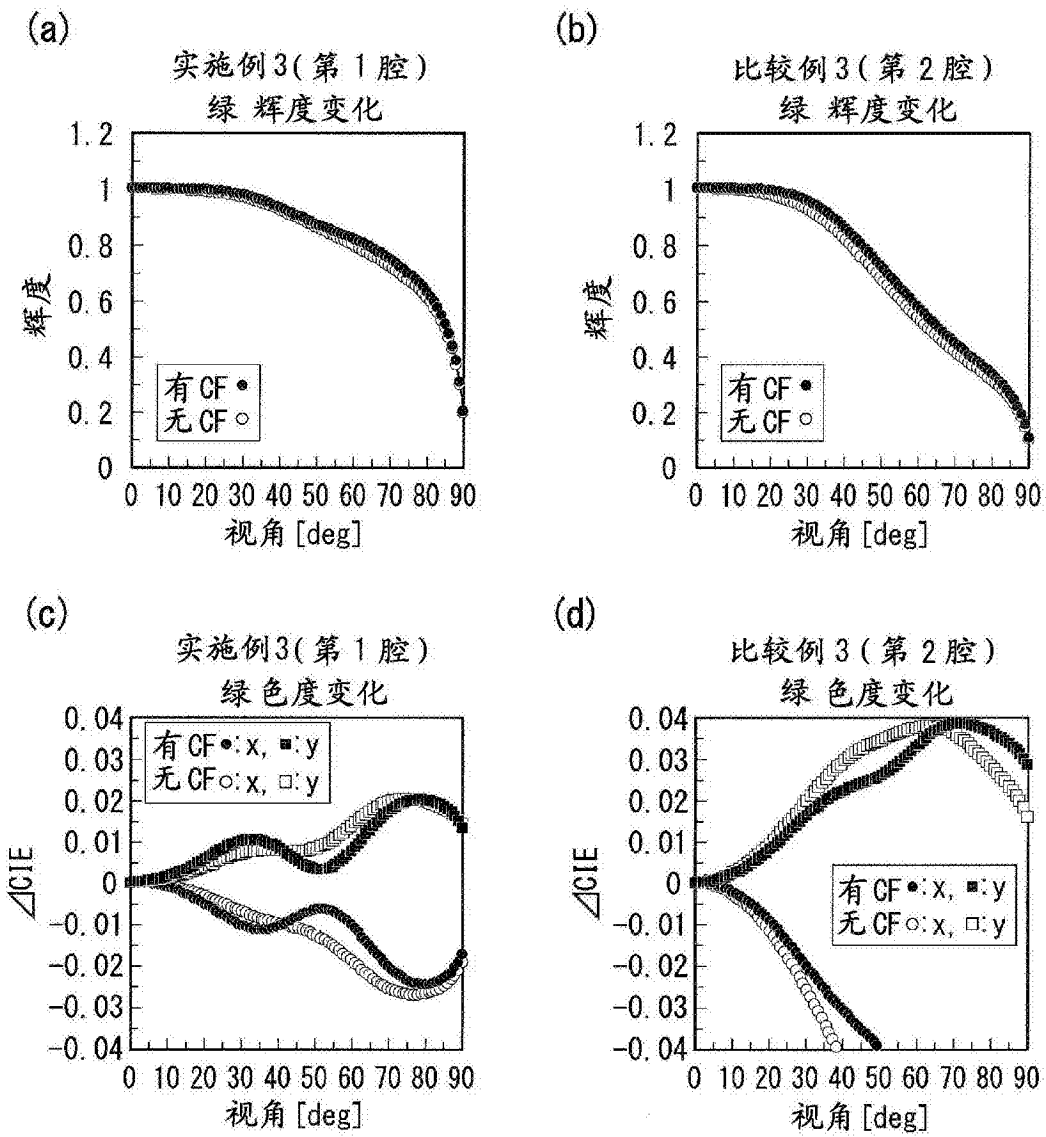


图 22

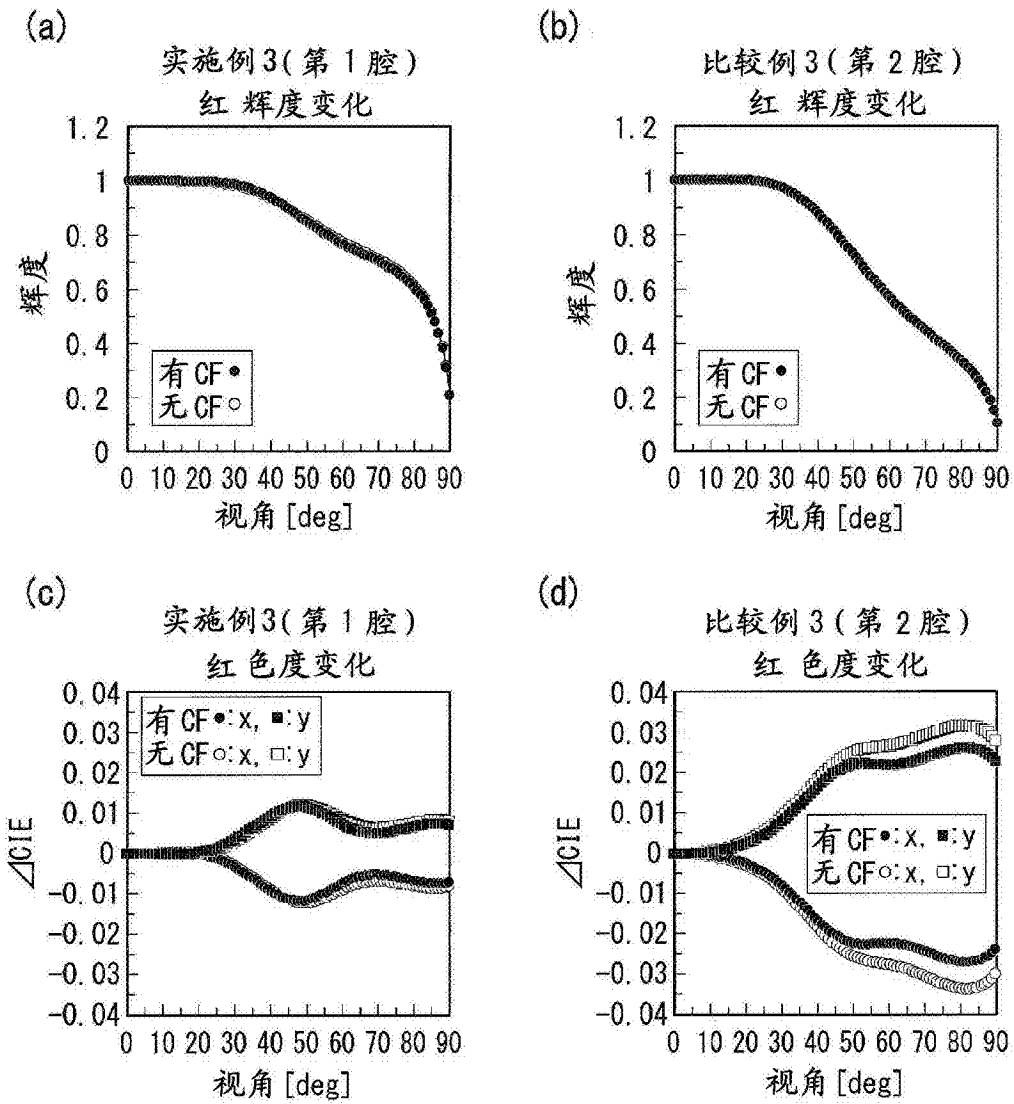


图 23

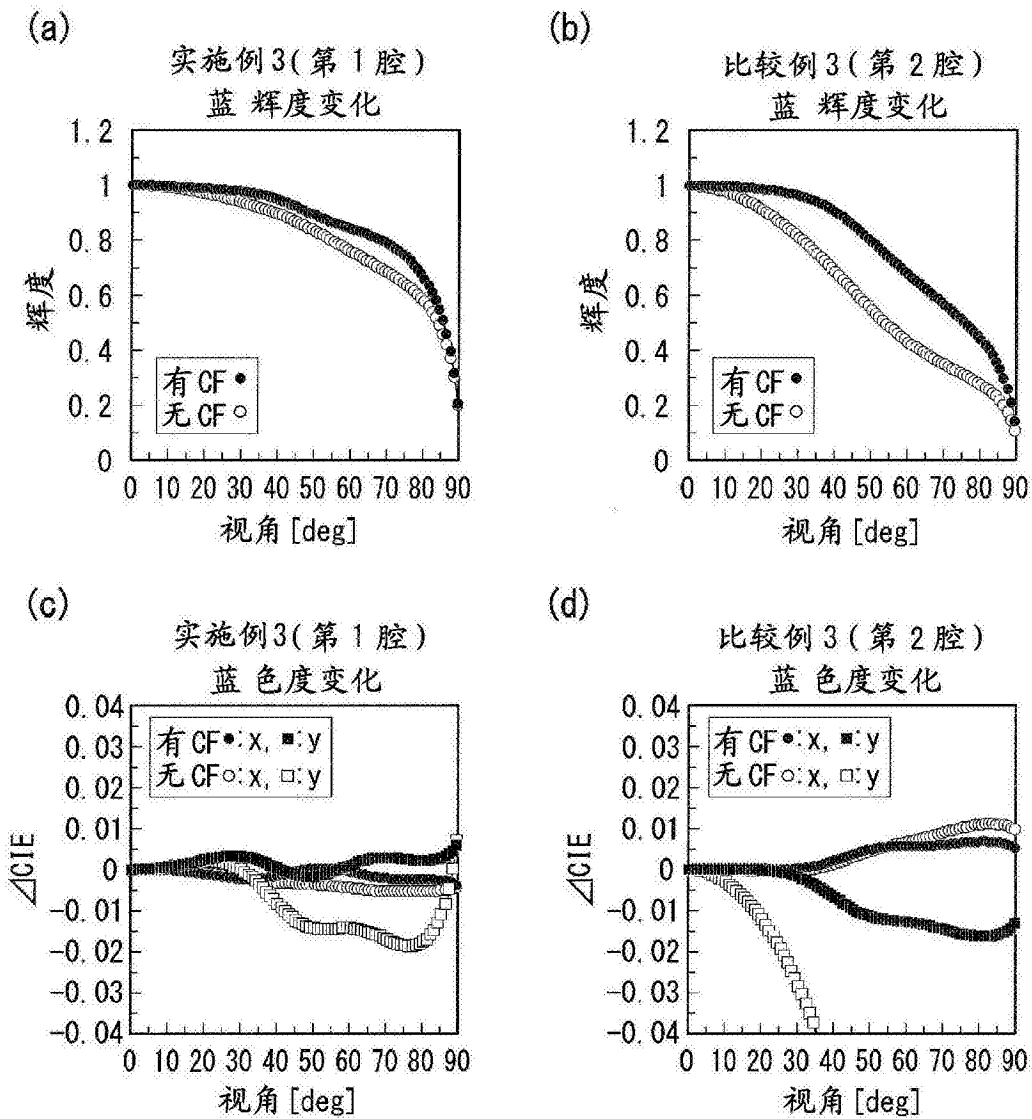


图 24

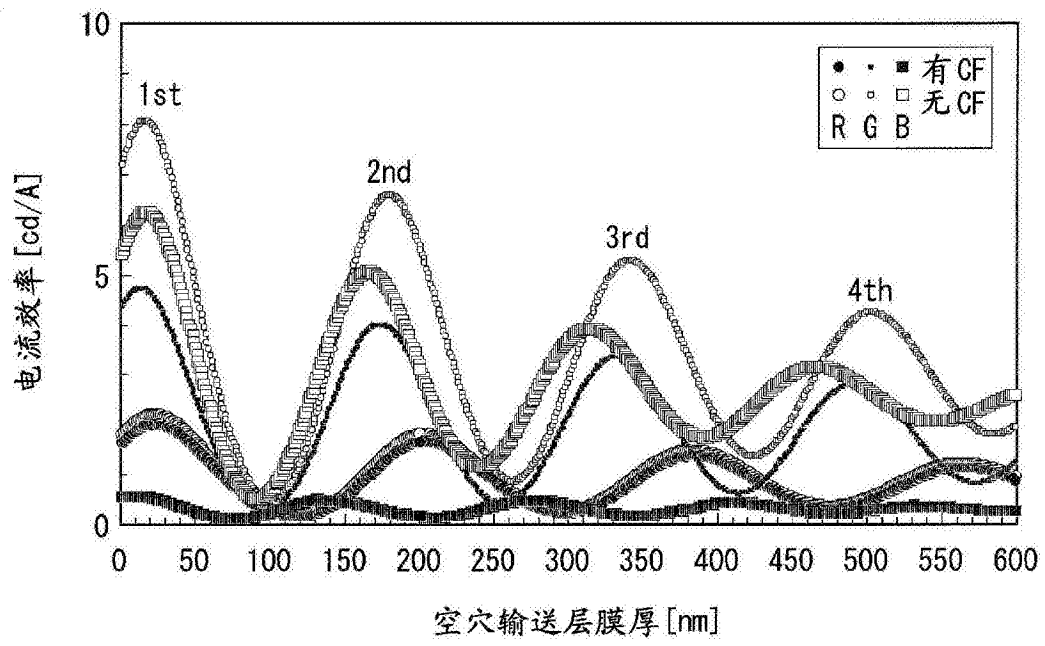


图 25

	膜厚 [nm]				膜厚裕余量 [nm]		效率 [cd/A]	色度 (x, y)
	透明导电层(IZO)	空穴输送层	空穴注入层	容许膜偏移范围	容许裕余量宽度			
实施例4 (第1腔)	R	20	25	5	-13 ~ +13	26 (50%)	1.9	0.66, 0.34
	G	20	16	5	-17 ~ +11	28 (68%)	4.7	0.29, 0.67
	B	20	9	5	-14 ~ +12	26 (74%)	0.49	0.13, 0.06
比较例4 (第2腔)	R	20	212	5	-3 ~ +10	13 (5.5%)	1.6	0.66, 0.34
	G	20	180	5	—	0	4.0	0.28, 0.69
	B	20	146	5	-3 ~ +10	13 (7.6%)	0.38	0.13, 0.06

图 26

	膜厚 [nm]			光学距离 L [nm]	$\phi/2\pi$	$2L/\lambda$	m
	透明导电层 (ITO)	空穴传输层	空穴注入层				
实施例 4 (第 1 腔)	R	20	25	90.1	-0.28	0.28	0
	G	20	16	75.2	-0.28	0.28	0
	B	20	9	65.4	-0.28	0.28	0
实施例 4' (第 2 腔)	R	20	25	128.1	-0.28	0.40	0+0.12
	G	20	16	113.2	-0.28	0.42	0+0.14
	B	20	9	105.4	-0.28	0.45	0+0.17
比较例 4 (第 2 腔)	R	20	212	408.0	-0.28	1.28	1
	G	20	173	342.1	-0.28	1.28	1
	B	20	146	299.7	-0.28	1.28	1

图 27

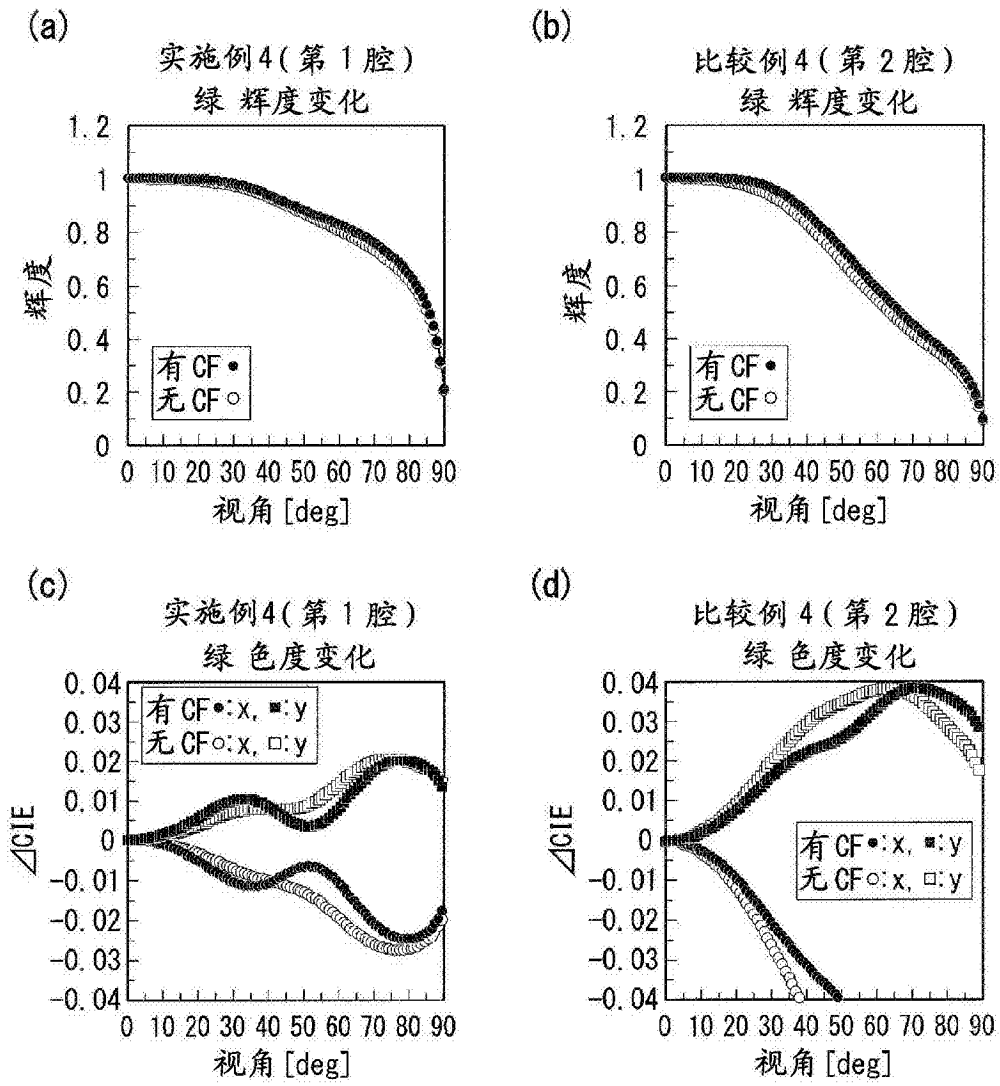


图 28

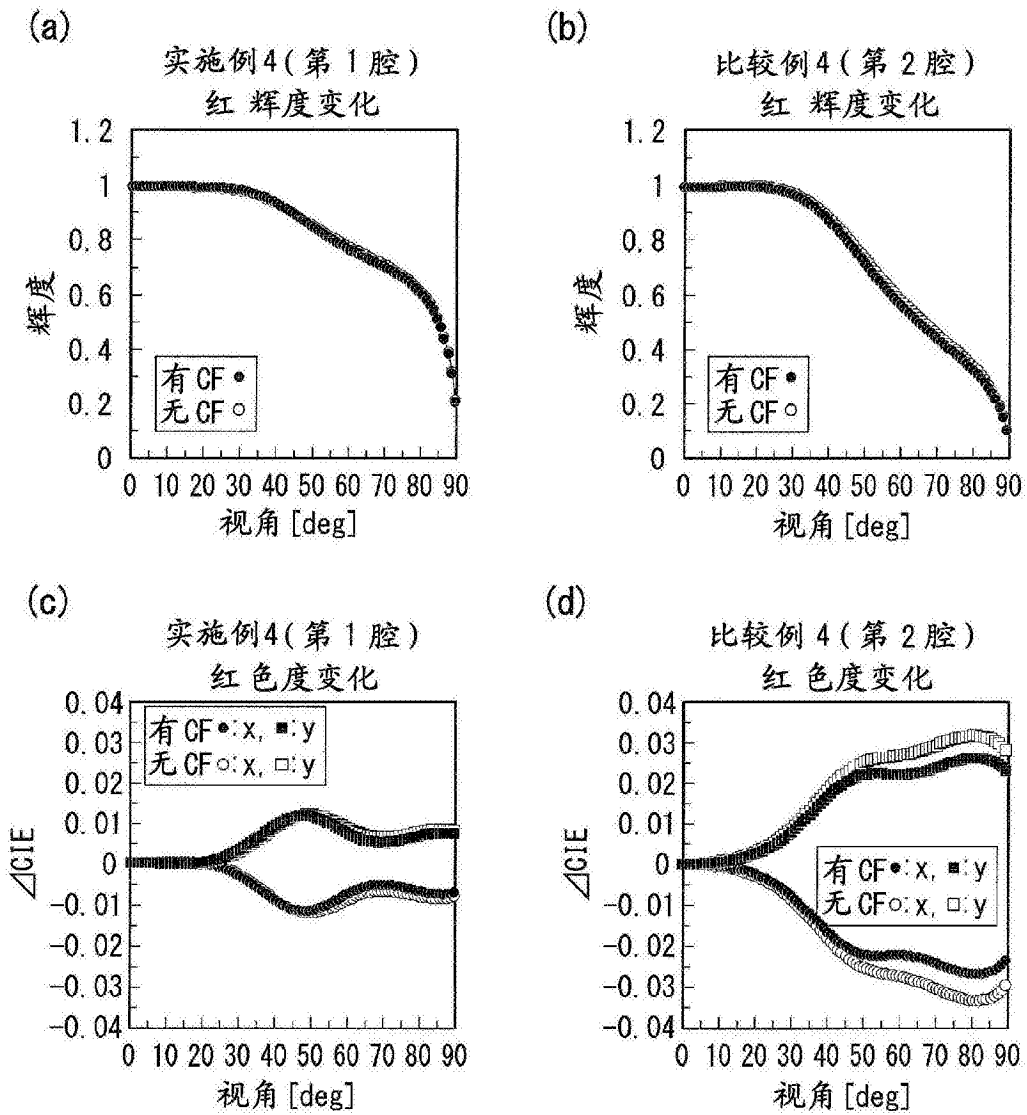


图 29

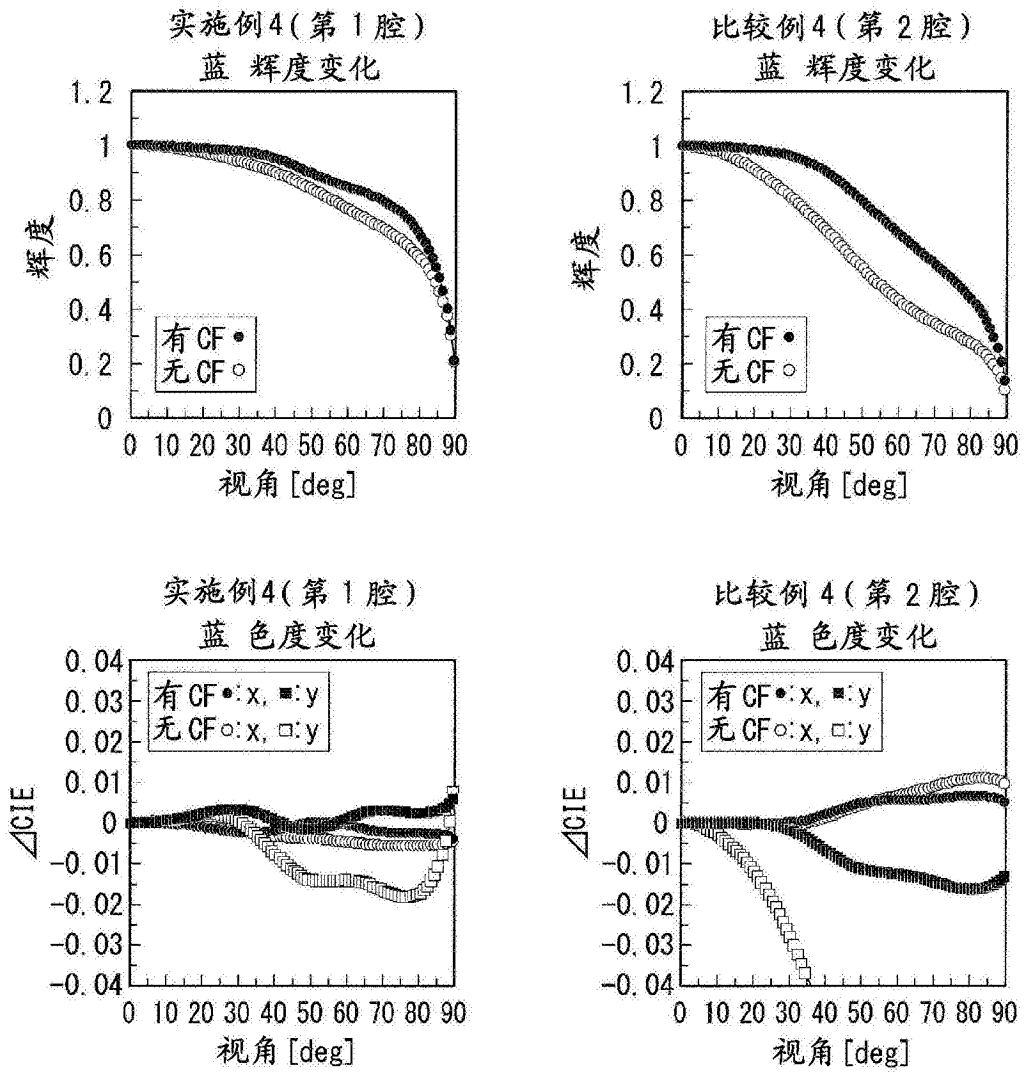


图 30

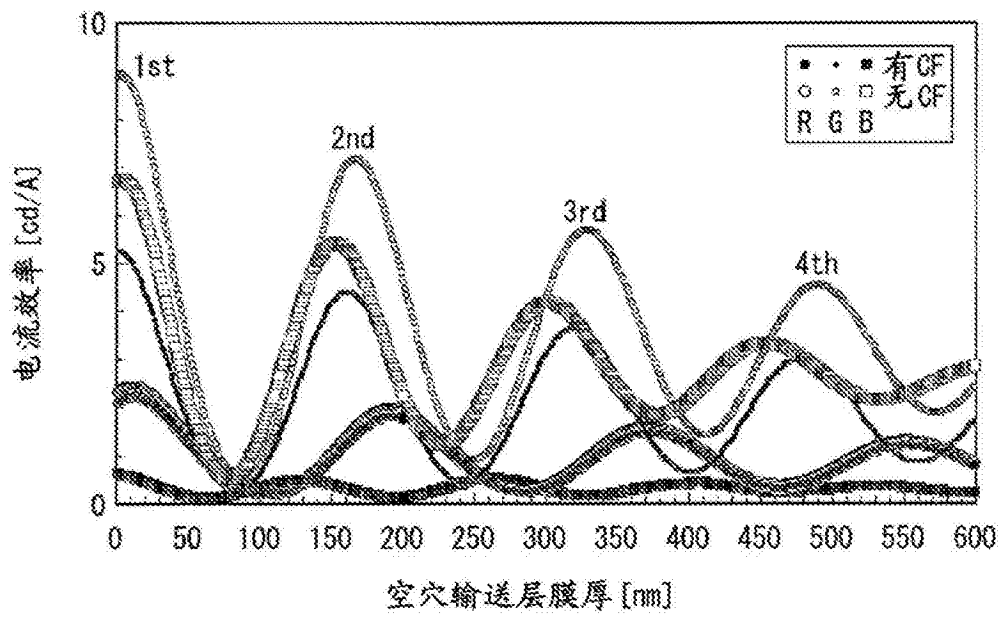


图 31

	膜厚 [nm]				膜厚裕余量 [nm]		效率 [cd/A]	色度 (x, y)
	透明导电层(ITO)	空穴输送层	空穴注入层	容许膜偏移范围	容许裕余量宽度	容许裕余量宽度		
实施例5 (第1腔)	R	20	15	5	-13 ~ +10	23 (57%)	2.1	0.66, 0.34
	G	20	9	5	-12 ~ +8	20 (59%)	5.0	0.29, 0.67
	B	20	5	5	-14 ~ +6	67%	0.49	0.13, 0.06
比较例5 (第2腔)	R	20	213	5	-7 ~ +4	11 (4.6%)	1.5	0.67, 0.33
	G	20	166	5	—	0	4.2	0.29, 0.68
	B	20	143	5	-9 ~ +6	15 (8.9%)	0.35	0.13, 0.06

图 32

	膜厚 [nm]			光学距离 L [nm]	$\phi/2\pi$	2L/ $\lambda$	m
	透明导电层 (ITO)	空穴输送层	空穴注入层				
实施例5 (第1腔)	R	20	15	76.2	-0.24	0.24	0
	G	20	9	64.9	-0.24	0.24	0
	B	20	5	58.6	-0.25	0.25	0
实施例5'	R	20	15	118.2	-0.24	0.37	0+0.13
	G	20	9	104.5	-0.24	0.39	0+0.15
	B	20	5	98.6	-0.25	0.42	0+0.17
比较例5 (第2腔)	R	20	213	394.9	-0.24	1.24	1
	G	20	166	331.7	-0.24	1.24	1
	B	20	143	293.1	-0.25	1.25	1

图 33

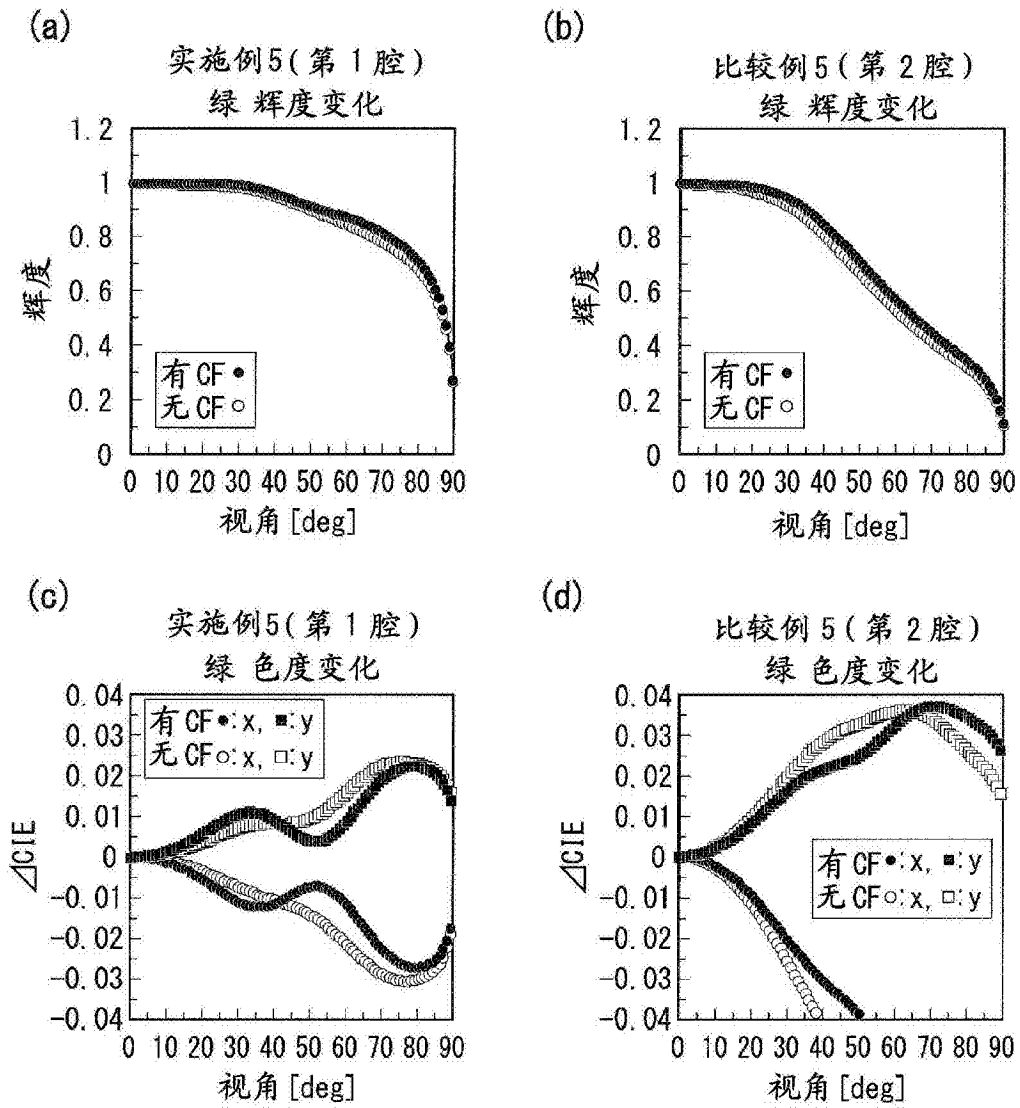


图 34

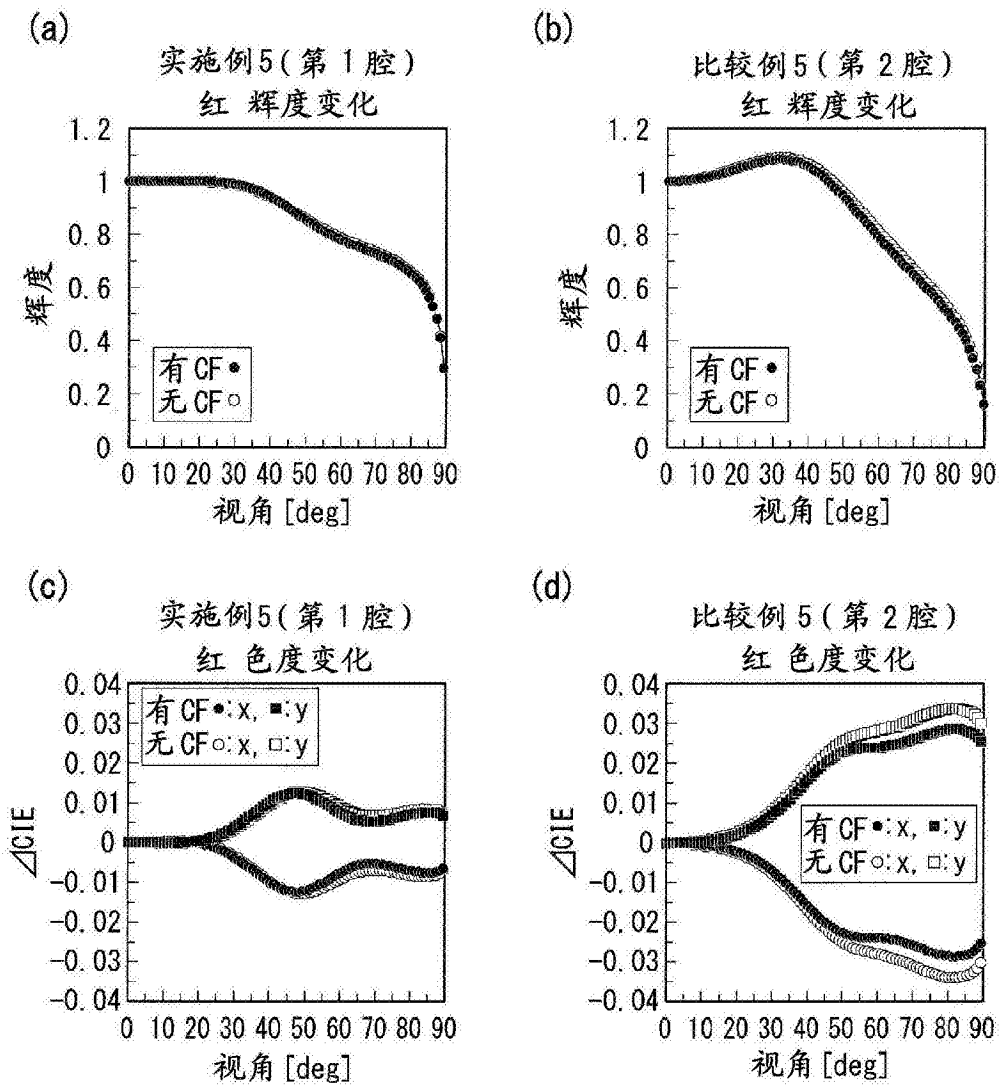


图 35

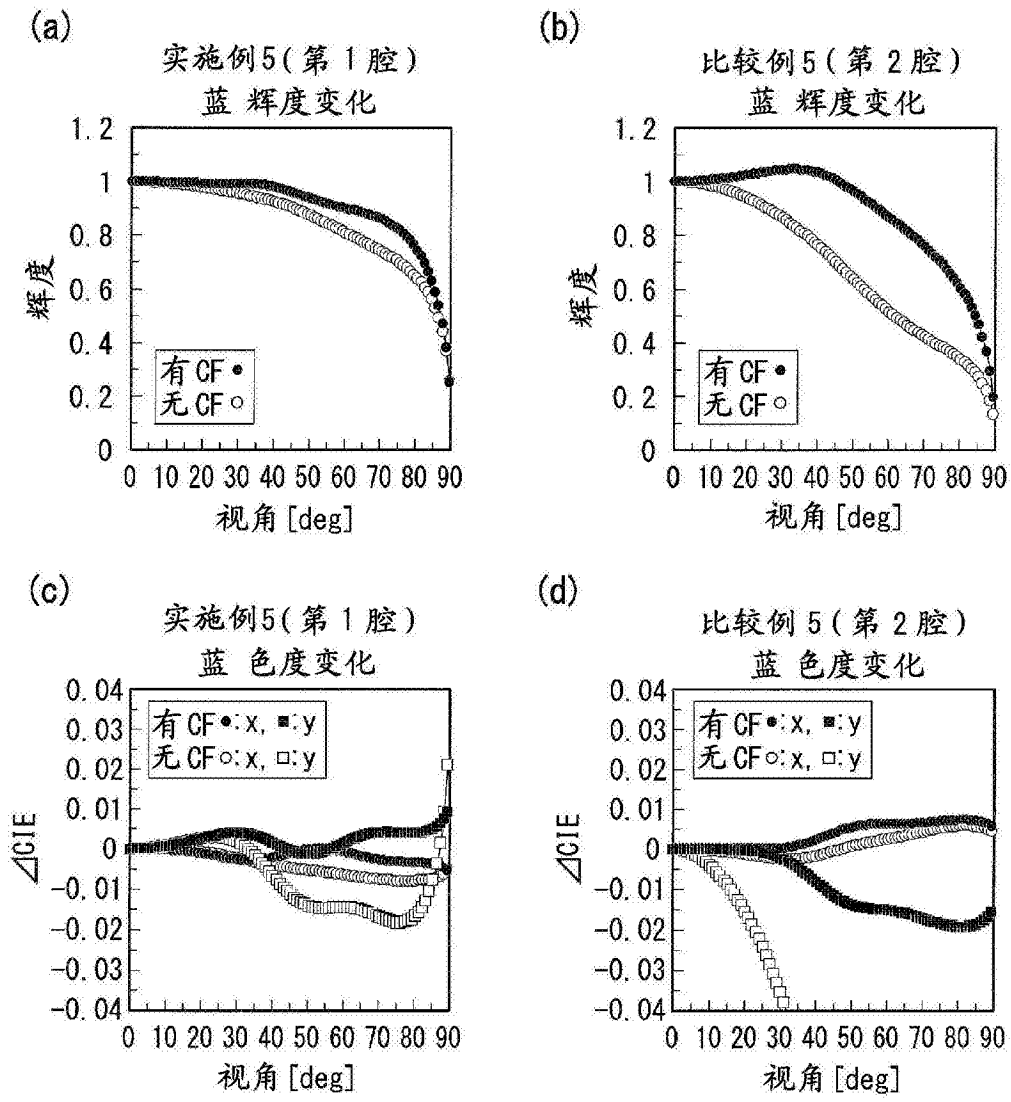


图 36

	功能层	红 [nm]			绿 [nm]			蓝 [nm]		
		膜厚 d	d 合计	光学距离 L	膜厚 d	d 合计	光学距离 L	膜厚 d	d 合计	光学距离 L
实施例1 (第1腔)	空穴输送层	25	45	78.3	15	35	65.1	10	30	57.8
	透明导电层(ITO)	20								
实施例2 (第1腔)	空穴输送层	13	28	50.7	12	27	48.9	11	26	48.8
	透明导电层(ITO)	15								
实施例3 (第1腔)	空穴输送层	30	50	89.3	21	41	73.7	15	35	65.7
	透明导电层(ZO)	20								
实施例4 (第1腔)	空穴输送层	25	50	90.1	16	41	75.2	9	34	58.6
	空穴注入层	5								
	透明导电层(ZO)	20								
	透明导电层(ITO)	20								
实施例5 (第1腔)	空穴输送层	15	40	76.2	9	34	64.9	5	30	58.6
	空穴注入层	5								
	透明导电层(ITO)	20								
	透明导电层(ZO)	20								
比较例1 (第2腔)	空穴输送层	220	240	394.4	172	192	331.9	155	175	293.5
	透明导电层(ITO)	20								
比较例2 (第2腔)	空穴输送层	195	210	360	170	185	317.5	148	163	281.6
	透明导电层(ITO)	15								
比较例3 (第2腔)	空穴输送层	217	237	409.1	185	205	343	152	172	299.9
	透明导电层(ZO)	20								
比较例4 (第2腔)	空穴输送层	212	237	408	173	198	342.1	146	171	299.7
	空穴注入层	5								
比较例5 (第2腔)	透明导电层(ZO)	20	238	394.9	166	191	331.7	143	168	293.1
	空穴输送层	213								
	空穴注入层	5								
	透明导电层(ITO)	20								

图 37

	功能层	$\Delta$ RG (红-绿) [nm]			$\Delta$ GB (绿-蓝) [nm]			$\Delta$ RB (红-蓝) [nm]		
		$\Delta d$	$\Delta d$ 合计	$\Delta L$	$\Delta d$	$\Delta d$ 合计	$\Delta L$	$\Delta d$	$\Delta d$ 合计	$\Delta L$
实施例1 (第1腔)	空穴输送层	10						15		
	透明导电层(ITO)	0	10	13.2	5	5	7.3	0	15	20.5
实施例2 (第1腔)	空穴输送层	1						2		
	透明导电层(ITO)	0	1	1.8	0	1	0.1	0	2	1.9
实施例3 (第1腔)	空穴输送层	9						15		
	透明导电层(IZO)	0	9	15.6	6	6	8	0	15	23.6
实施例4 (第1腔)	空穴输送层	9						16		
	空穴注入层	0	9	14.9	7	7	9.8	0	16	24.7
实施例5 (第1腔)	空穴输送层	6						10		
	空穴注入层	0	6	11.3	4	4	6.3	0	10	17.6
比较例1 (第2腔)	透明导电层(ITO)	48						65		
	空穴输送层	0	48	62.5	17	17	38.4	0	65	100.9
比较例2 (第2腔)	空穴输送层	25						47		
	透明导电层(ITO)	0	25	42.5	22	22	35.9	0	47	78.4
比较例3 (第2腔)	空穴输送层	32						65		
	透明导电层(IZO)	0	32	66.1	33	33	43.1	0	65	109.2
比较例4 (第2腔)	空穴输送层	39						66		
	空穴注入层	0	39	65.9	27	27	42.4	0	66	108.3
比较例5 (第2腔)	空穴输送层	47						70		
	空穴注入层	0	47	63.2	23	23	38.6	0	70	101.8
	透明导电层(ITO)	0						0		

图 38

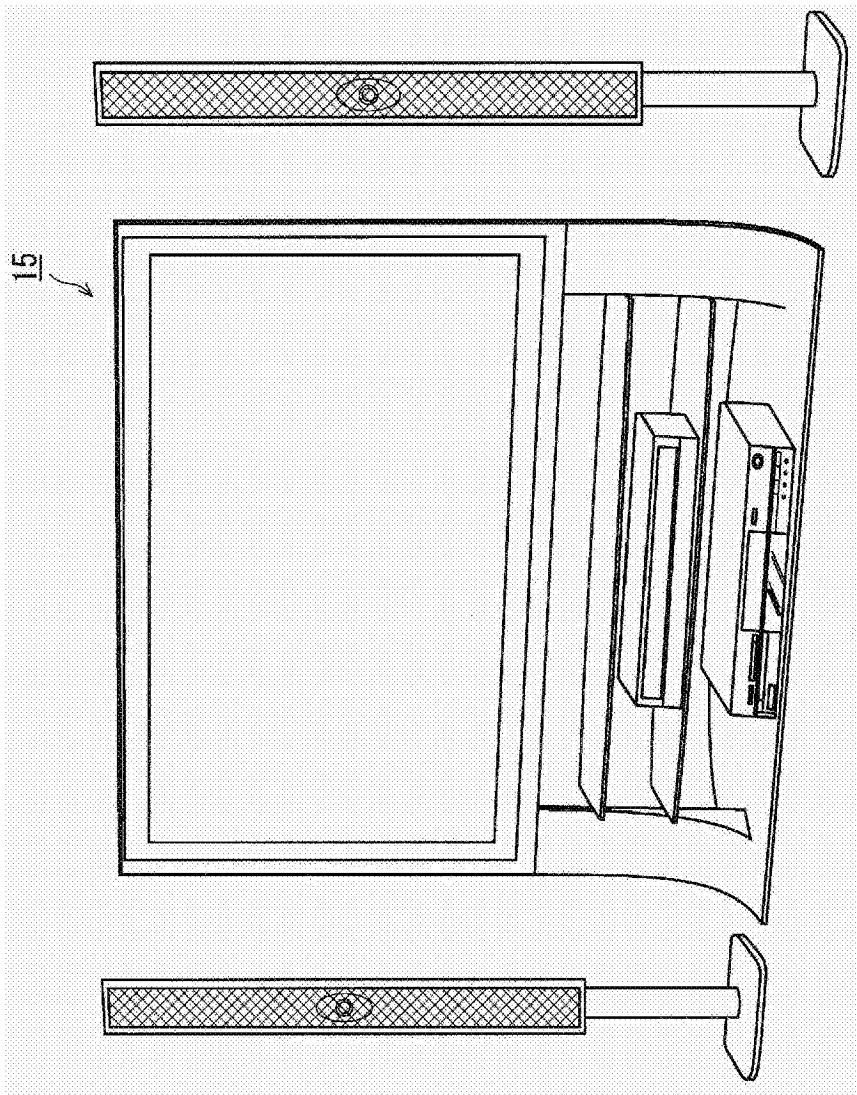


图 39

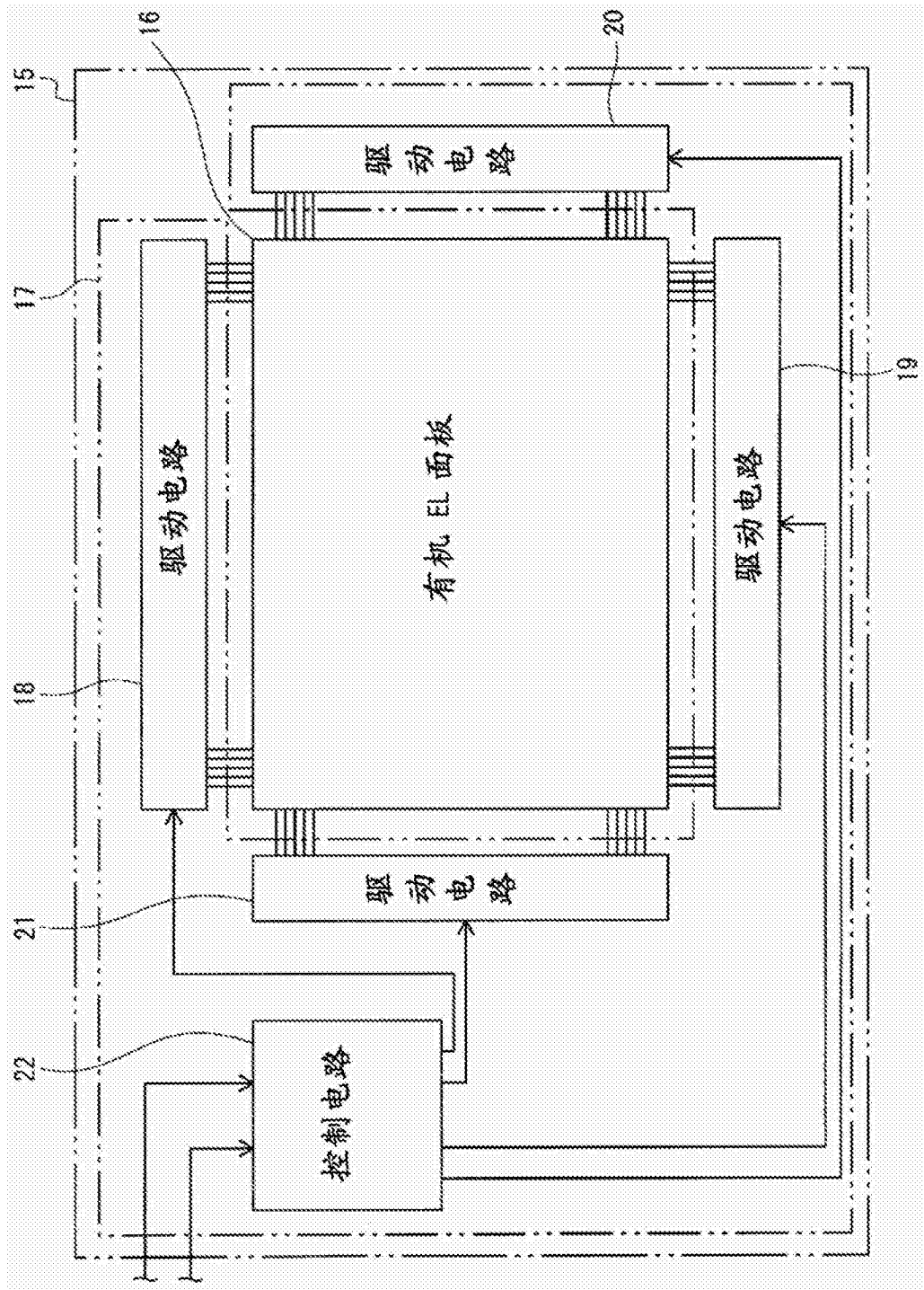


图 40

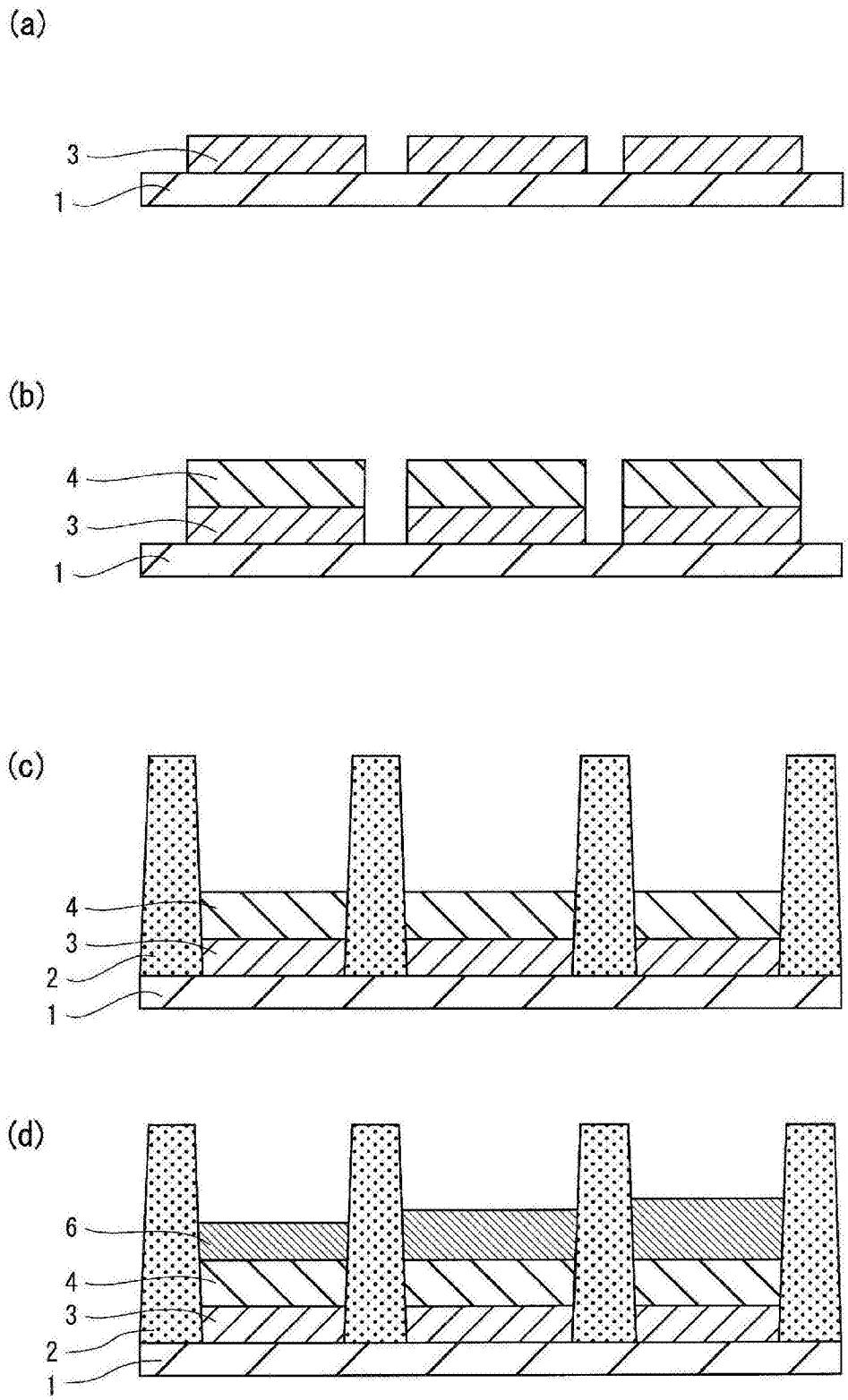


图 41

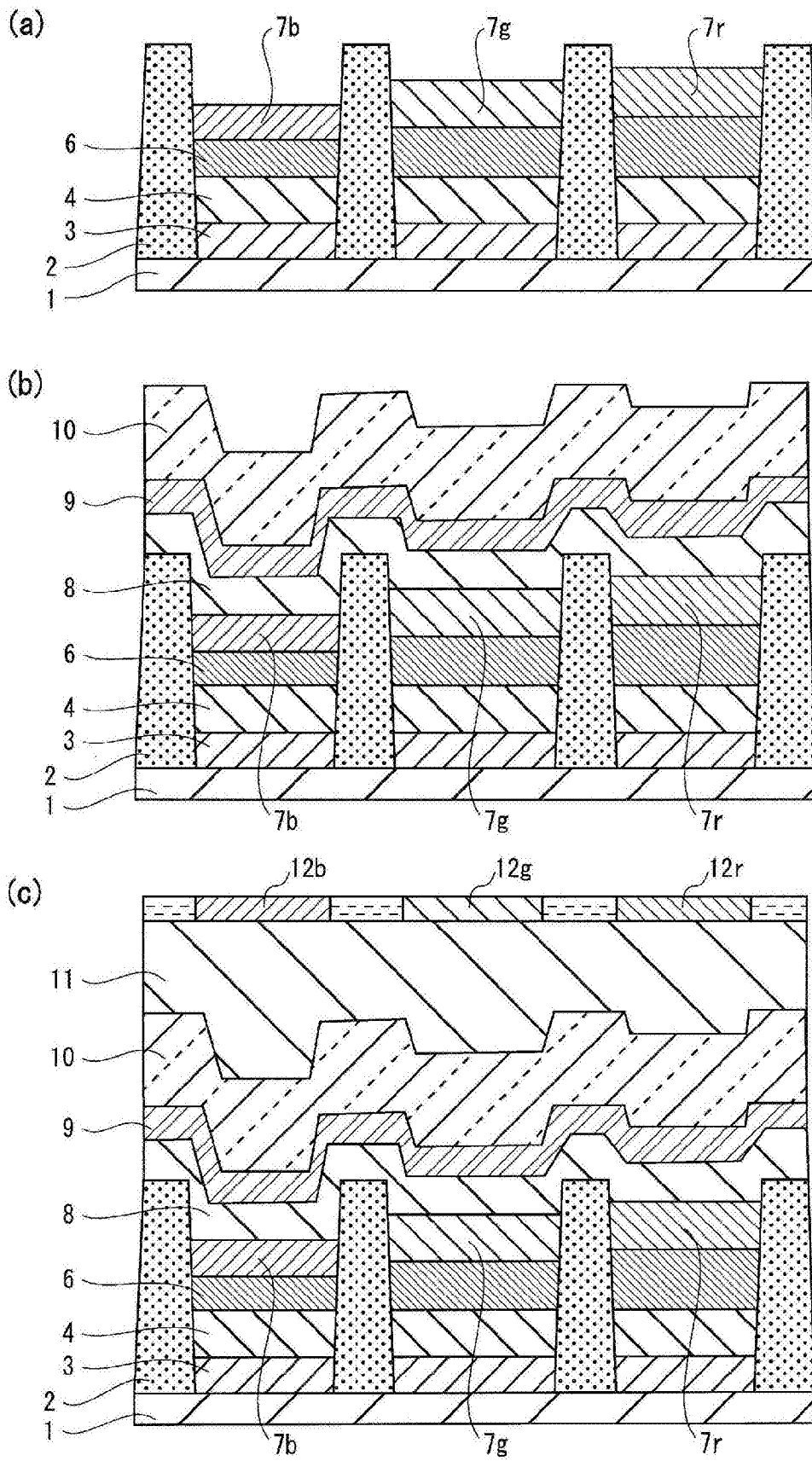


图 42

专利名称(译)	有机EL面板、使用了该有机EL面板的显示装置以及有机EL面板的制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN102687592B</a>	公开(公告)日	2016-01-20
申请号	CN201080059449.5	申请日	2010-01-08
[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	仓田惠子 松末哲征 米田和弘		
发明人	仓田惠子 松末哲征 米田和弘		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/10 H05B33/12		
CPC分类号	H01L27/3211 H05B33/02 H05B33/10		
代理人(译)	段承恩 徐健		
审查员(译)	孔敏		
其他公开文献	CN102687592A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

有机EL面板具备反射电极3、透明电极9、有机发光层7b、7g、7r、和配置在反射电极3与有机发光层7b、7g、7r之间的功能层。R、G、B各色的功能层的膜厚在60nm以下、且为与其发光效率呈现极大值的膜厚对应的膜厚，并且R、G、B各色的功能层的膜厚大致相等。R、G、B各色中的从有机发光层7b、7g、7r到反射电极3的光学距离为100nm以下，并且R、G、B各色的光学距离大致相等。

