



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102195002 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201110063135. 9

CN 101034736 A, 2007. 09. 12,

(22) 申请日 2011. 03. 08

审查员 赵芳

(30) 优先权数据

2010-050451 2010. 03. 08 JP

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 能渡广美 濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 郭辉

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006. 01)

H01L 51/54(2006. 01)

G09K 11/06(2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2006009262 A1, 2006. 01. 26,

US 2006251922 A1, 2006. 11. 09,

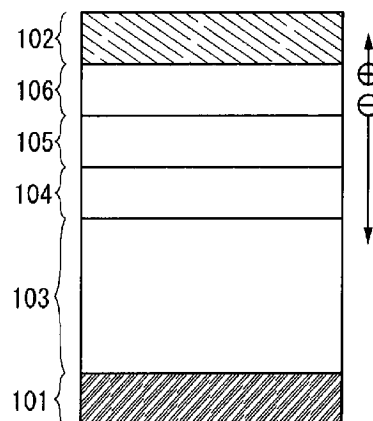
权利要求书7页 说明书33页 附图17页

(54) 发明名称

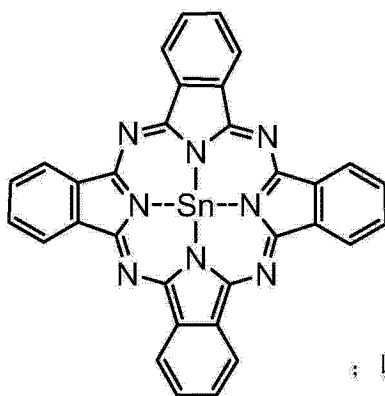
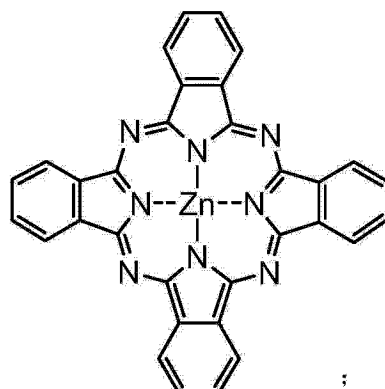
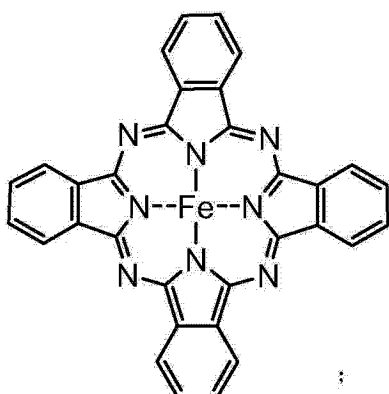
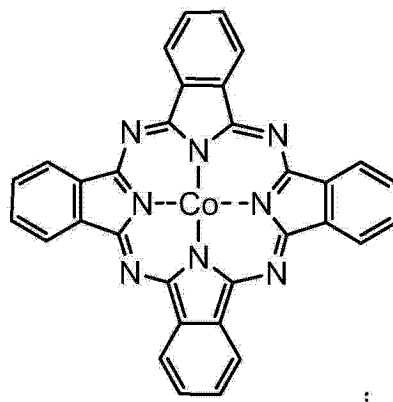
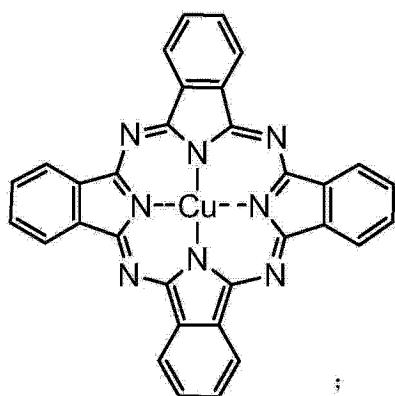
发光元件、发光装置、电子设备及照明装置

(57) 摘要

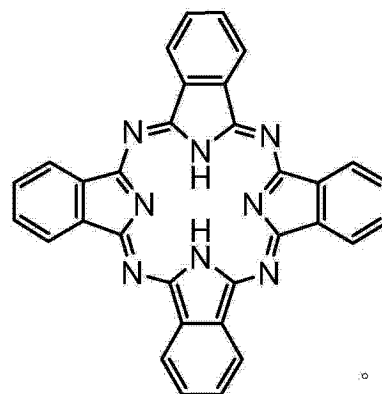
一种发光元件, 该发光元件在阳极与阴极之间具有 EL 层, 并且在阴极与 EL 层之间具有第一层、第二层及第三层, 其中, 第一层设置在阴极与第二层之间并接触于阴极及第二层且由空穴传输物质及受主物质构成, 第二层设置在第一层与第三层之间并接触于第一层及第三层且由酞菁类材料构成, 第三层设置在第二层与 EL 层之间并接触于第二层及 EL 层且含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属化合物。



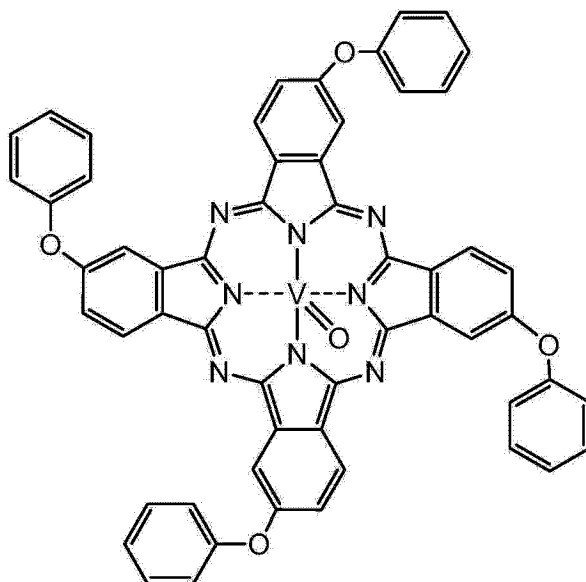
1. 一种发光元件,包括:
阳极与阴极之间的 EL 层;
所述阴极与所述 EL 层之间的第一层,所述第一层含有具有空穴传输性的物质以及相对于所述具有空穴传输性的物质的受主物质;
所述第一层与所述 EL 层之间的第二层,所述第二层含有酞菁类材料;以及
所述第二层与所述 EL 层之间的第三层,所述第三层含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物中的一种。
2. 根据权利要求 1 所述的发光元件,其中所述酞菁类材料是金属酞菁类材料。
3. 根据权利要求 1 所述的发光元件,其中所述第一层中含有的所述受主物质是过渡金属氧化物。
4. 根据权利要求 1 所述的发光元件,
其中,所述第一层接触于所述阴极,
所述第二层接触于所述第一层及所述第三层,
所述第三层接触于所述 EL 层。
5. 根据权利要求 1 所述的发光元件,
其中所述酞菁类材料由下述结构式中的任一个表示:



； 以及



6. 根据权利要求 1 所述的发光元件，
其中所述酞菁类材料由下述结构式表示：



7. 根据权利要求 1 所述的发光元件，

其中所述第二层还含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物中的一种。

8. 根据权利要求 7 所述的发光元件，

其中在所述第二层中所述碱金属、所述碱土金属、所述稀土金属、所述碱金属化合物、所述碱土金属化合物和所述稀土金属化合物中的所述一种与所述酞菁类材料的质量比为 0.001:1 以上且 0.1:1 以下。

9. 根据权利要求 1 所述的发光元件，

其中所述第三层还含有具有电子传输性的物质。

10. 根据权利要求 9 所述的发光元件，

其中在所述第三层中所述碱金属、所述碱土金属、所述稀土金属、所述碱金属化合物、所述碱土金属化合物和所述稀土金属化合物中的所述一种与所述具有电子传输性的物质的质量比为 0.001:1 以上且 0.1:1 以下。

11. 根据权利要求 1 所述的发光元件，

其中所述 EL 层包括含有具有电子传输性的物质的第四层，

并且所述第四层接触于所述第三层。

12. 根据权利要求 1 所述的发光元件，

其中在所述第一层中所述受主物质与所述具有空穴传输性的物质的质量比为 0.1:1 以上且 4.0:1 以下。

13. 根据权利要求 1 所述的发光元件，

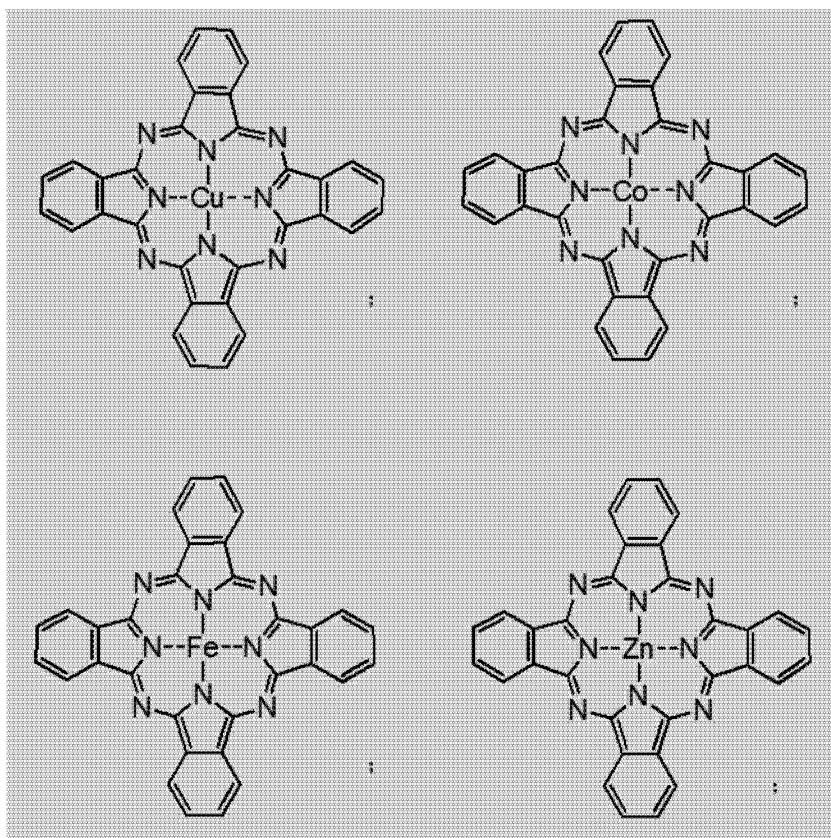
其中所述第一层具有含有所述具有空穴传输性的物质的层以及含有所述受主物质的层的叠层结构。

14. 根据权利要求 1 所述发光元件，

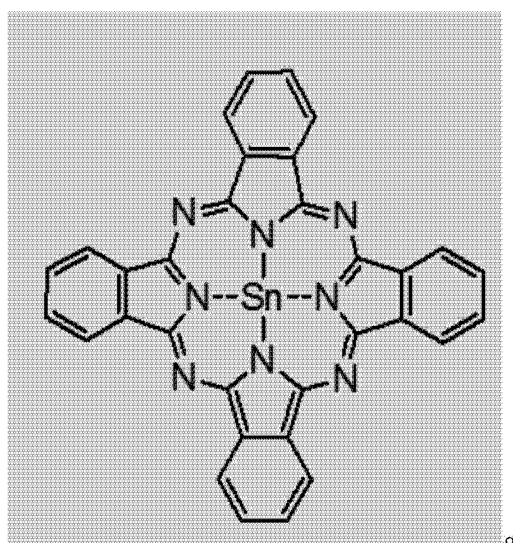
其中所述 EL 层包括含有具有空穴传输性的第二物质及相对于所述具有空穴传输性的第二物质的第二受主物质的第五层，

并且所述第五层接触于所述阳极。

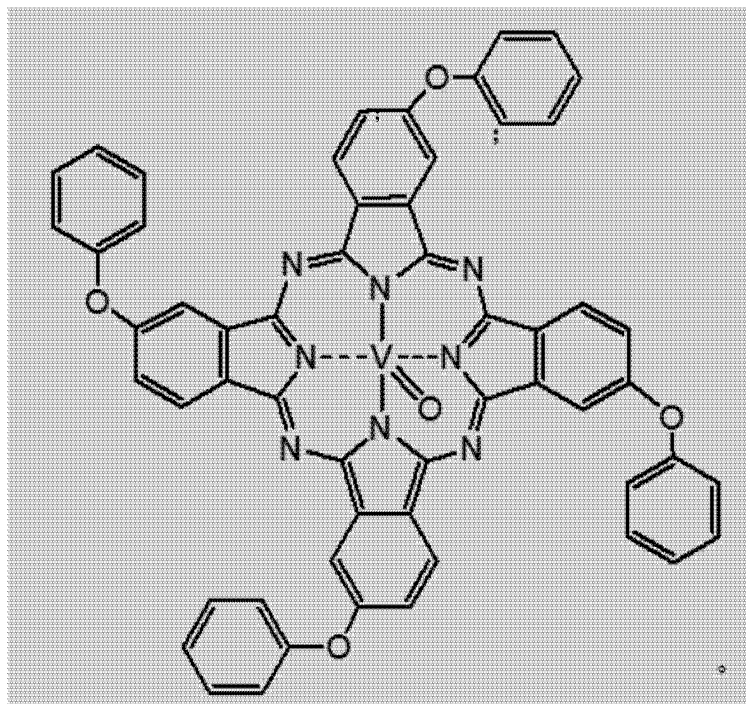
15. 根据权利要求 14 所述的发光元件，
其中所述第二受主物质与所述具有空穴传输性的第二物质的质量比为 0.1:1 以上且 4.0:1 以下。
16. 根据权利要求 14 所述的发光元件，
其中所述第五层具有含有所述具有空穴传输性的第二物质的层以及含有所述第二受主物质的层的叠层结构。
17. 根据权利要求 1 所述的发光元件，
其中所述第一层中含有的所述受主物质是元素周期表中的第四族至第八族的金属的氧化物。
18. 根据权利要求 1 所述的发光元件，
其中所述第一层中含有的所述受主物质是氧化钼。
19. 一种包括根据权利要求 1 所述的发光元件的发光装置。
20. 一种包括根据权利要求 19 所述的发光装置的电子设备。
21. 一种包括根据权利要求 19 所述的发光装置的照明装置。
22. 一种发光元件，包括：
阳极与阴极之间的 EL 层；
所述阴极与所述 EL 层之间的第一层，所述第一层含有具有空穴传输性的物质以及相对于所述具有空穴传输性的物质的受主物质；
所述第一层与所述 EL 层之间的第二层，所述第二层含有酞菁类材料；以及
所述第二层与所述 EL 层之间的第三层，所述第三层含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物中的一种，
其中，所述酞菁类材料是金属酞菁类材料，
并且，所述受主物质是过渡金属氧化物。
23. 根据权利要求 22 所述的发光元件，
其中，所述第一层接触于所述阴极，
所述第二层接触于所述第一层和所述第三层，
并且，所述第三层接触于所述 EL 层。
24. 根据权利要求 22 所述的发光元件，其中所述酞菁类材料由下述结构式中的任一个表示：



以及



25. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述酞菁类材料由下述结构式表示:



26. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述第二层还含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物中的一种。

27. 根据权利要求 26 所述的发光元件,其中在所述第二层中碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物中的一种与所述酞菁类材料的质量比为 0.001 :1 以上且 0.1 :1 以下。

28. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述第三层还含有具有电子传输性的物质。

29. 根据权利要求 28 所述的发光元件,其中在所述第三层中碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物和稀土金属化合物中的一种与所述具有电子传输性的物质的质量比为 0.001 :1 以上且 0.1 :1 以下。

30. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述 EL 层包括含有具有电子传输性的物质的第四层,并且所述第四层接触于所述第三层。

31. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中在所述第一层中所述受主物质与所述具有空穴传输性的物质的质量比为 0.1 :1 以上且 4.0 :1 以下。

32. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述第一层具有含有所述具有空穴传输性的物质的层以及含有所述受主物质的层的叠层结构。

33. 根据权利要求 22 所述发光元件,其中所述 EL 层包括含有具有空穴传输性的第二物质及相对于所述具有空穴传输性的第二物质的第二受主物质的第五层,并且所述第五层接触于所述阳极。

34. 根据权利要求 33 所述的发光元件,其中所述第二受主物质与所述具有空穴传输性的第二物质的质量比为 0.1 :1 以上且 4.0 :1 以下。

35. 根据权利要求 33 所述的发光元件,其中所述第五层具有含有所述具有空穴传输性的第二物质的层以及含有所述第二受主物质的层的叠层结构。

36. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述第一层中含有的所述受主物质是属于

元素周期表中的第四族至第八族的金属氧化物。

37. 根据权利要求 22 所述的发光元件,其中所述第一层中含有的所述受主物质是氧化钼。

38. 一种发光装置,该发光装置包括根据权利要求 22 所述的发光元件。

39. 一种电子设备,该电子设备包括根据权利要求 38 所述的发光装置。

40. 一种照明装置,该照明装置包括根据权利要求 38 所述的发光装置。

发光元件、发光装置、电子设备及照明装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有电致发光 (Electroluminescence, 也称为 EL) 层的发光元件 (也称为 EL 元件) 以及具有该发光元件的发光装置及具有该发光装置的电子设备及照明装置。

背景技术

[0002] 在 EL 元件中, EL 层被夹在一对电极之间。通过对一对电极施加电压可以由 EL 层获得发光。EL 层由有机化合物形成。

[0003] 对 EL 元件的发光结构进行说明。通过对一对电极施加电压, 由阴极注入的电子及由阳极注入的空穴在 EL 层的发光中心重新结合。通过该重新结合, 释放出能量而发光。发光被分类为来自单重激发态的发光和来自三重激发态的发光。

[0004] 降低驱动电压是发光元件的各种课题之一。

[0005] 在专利文献 1 中公开来了以下一种方法: 在以接触于阴极的方式设置的电子注入层中, 对构成电子注入层的有机化合物掺杂碱金属、碱土金属或稀土金属等的功函数低的金属。通过掺杂上述功函数低的金属, 可以降低当从阴极向电子注入层注入电子时的注入势垒, 并降低驱动电压。

[0006] 在专利文献 2 中, 能够在不使驱动电压上升的条件下实现发射光谱的光学调整。具体地说, 在发光元件的阴极与 EL 层之间, 以接触于阴极的方式形成有空穴传输有机化合物中掺杂有金属氧化物的层。接触于该层形成有电子传输有机化合物中掺杂有碱金属、碱土金属或稀土金属等功函数低的金属的层。并且, 通过调整该掺杂有金属氧化物的层的厚度, 边抑制驱动电压的上升边进行发光的光学调整。

[0007] [专利文献 1] 日本专利申请公开平 10-270171 号公报

[0008] [专利文献 2] 日本专利申请公开 2005-209643 号公报

[0009] 在专利文献 2 中, 空穴传输有机化合物中掺杂有金属氧化物的层接触于电子传输有机化合物中掺杂有碱金属、碱土金属或稀土金属等功函数低的金属的层。上述空穴传输有机化合物是施主物质, 上述金属氧化物是受主物质。另外, 上述功函数低的金属是施主物质, 上述电子传输有机化合物是受主物质。所以, 包含受主物质的层与包括施主物质的层接触。

[0010] 当包含受主物质的层与包括施主物质的层接触时, 形成 p-n 结而形成耗尽层。另外受主物质与施主物质相互作用, 而阻碍该受主物质的功能及该施主物质的功能。由于上述原因导致驱动电压上升。

发明内容

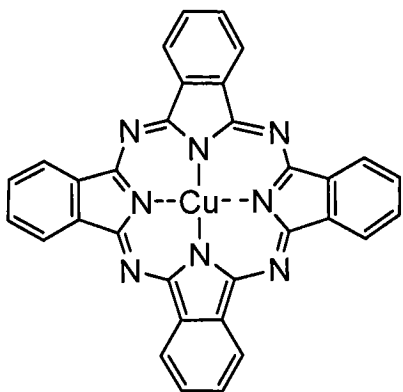
[0011] 本发明的一个方式的目的之一在于提供一种能够抑制驱动电压的上升的发光元件。另外, 本发明的一个方式的目的之一在于提供一种含有这种发光元件而降低耗电量的发光装置。

[0012] 本发明的一个方式的目的之一在于抑制具有包含受主物质的层和包含施主物质的层的发光元件中的驱动电压的上升。另外,本发明的一个方式的目的之一在于提供一种含有这种发光元件而降低耗电量的发光装置。

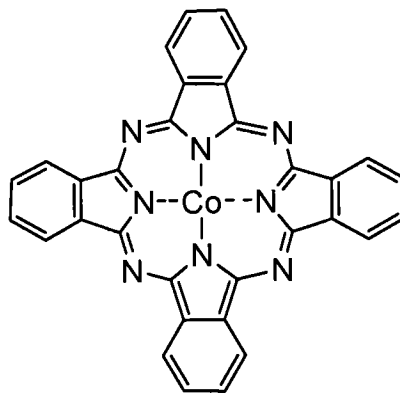
[0013] 根据本发明的第一方式的发光元件在阳极与阴极之间具有 EL 层,并且在阴极与 EL 层之间具有第一层、第二层及第三层,其中,第一层设置在阴极与第二层之间并接触于阴极及第二层且由空穴传输物质及相对于空穴传输物质的受主物质构成,第二层设置在第一层与第三层之间并接触于第一层及第三层且由酞菁类材料构成,第三层设置在第二层与 EL 层之间并接触于第二层及 EL 层且含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属化合物。作为酞菁类材料的例子,可以举出如 CuPc、H₂Pc、SnPc、ZnPc、CoPc 及 FePc 等金属酞菁类材料。下面示出上述酞菁类材料的结构式。

[0014] [化 1]

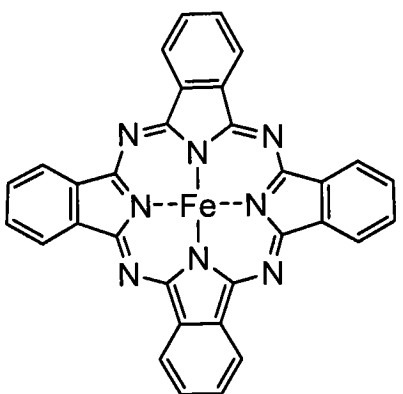
[0015]



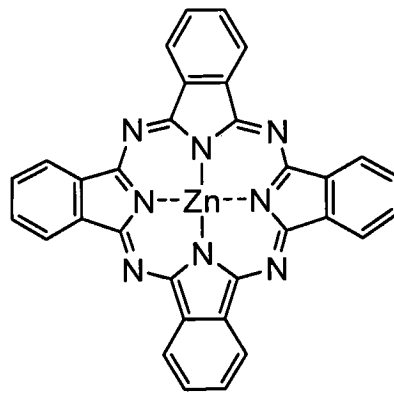
CuPc



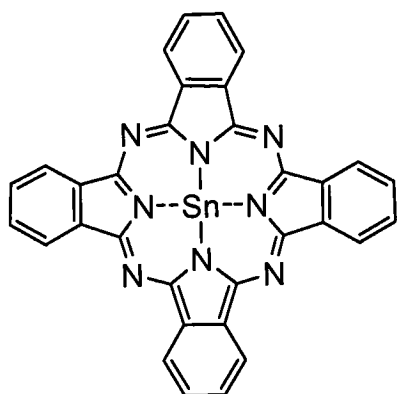
CoPc



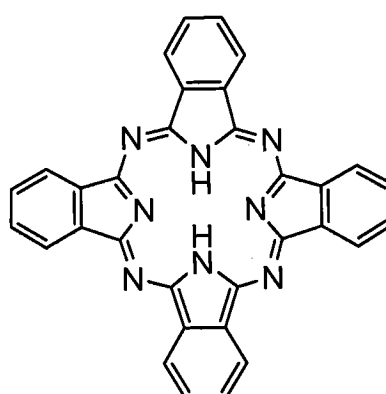
FePc



ZnPc



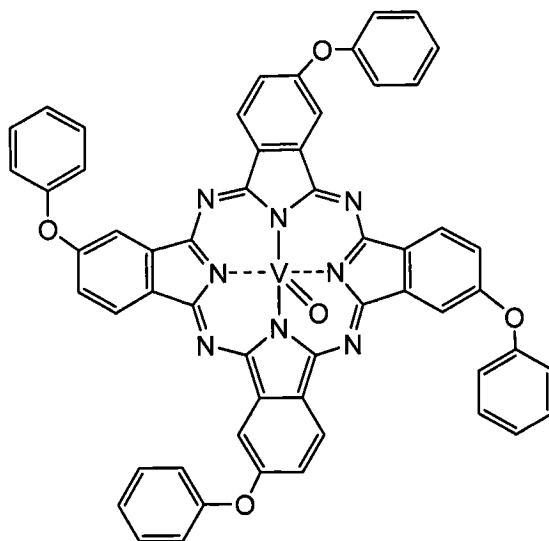
SnPc

H₂Pc

[0016] 另外,酞菁类材料还可以为具有苯氧基的酞菁类材料(也称为酞菁衍生物)。作为具有苯氧基的酞菁类材料,可以举出 PhO-VOPc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocaynine)(SYNTHON 制造)。下面示出具有苯氧基的上述酞菁类材料。

[0017] [化2]

[0018]



PhO-VOPc

[0019] 由于第二层包括具有比第一层含有的受主物质的受主能级更高的 LUMO 能级（优选为 -5.0eV 以上，更优选为 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下）的电子传输性物质，因此电子容易从第一层迁移到第二层。由此，第二层可以抑制发光元件的驱动电压上升。另外，第一层包含受主物质及施主物质，第三层至少包括施主物质，第二层在第一层与第三层之间，由此可以防止 p-n 结的形成及耗尽层的形成。另外，可以防止包含受主物质的层与包括施主物质的层的相互作用。但是，当使用酞菁类物质作为第二层时，即使第二层包括施主物质也可以防止 p-n 结的形成及耗尽层的形成。

[0020] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中，第二层包括碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属的化合物。该金属或化合物在第二层中成为施主物质而形成施主能级。施主能级影响第二层的 LUMO 能级，而电子能够容易地从第一层的受主能级迁移到第二层的 LUMO 能级。由此，可以容易地将电子注入到 EL 层，并可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0021] 在第二层中，还可以以相对于酞菁类材料质量比为 0.001 以上至 0.1 以下的比率包含上述金属或化合物。由此，可以使上述效果更显著。

[0022] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中，第三层包括电子传输物质。第三层缓和当电子注入到 EL 层时的注入势垒。并且，当包括电子传输物质时，在第三层中，可以高效地传输电子。

[0023] 在第三层中，还可以以相对于电子传输物质质量比为 0.001 以上至 0.1 以下的比率包含碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属化合物。由此，可以使上述效果更显著。

[0024] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中，EL 层包括具有电子传输物质的第四层，并且第四层与第三层接触。由此，可以使上述效果更显著。

[0025] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中，在第一层中相对于空穴传输性高的物质以质量比为 0.1 以上且 4.0 以下的比率包含受主物质。第一层成为电荷产生区，在上述条件下可以高效地产生电荷。另外，虽然即使将第一层的厚度形成厚其导电率的变化也不大，但是在上述条件下效果显著。由于第一层的导电率的变化小，通过调整其厚度

即可以在不使驱动电压上升的条件下进行发光的光学调整,但是在上述条件下其效果更为显著。

[0026] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中,第一层具有包含空穴传输物质的层与包含受主物质的层的叠层结构。在第一层中形成有电荷迁移配合物,利用该电荷迁移配合物产生电荷。另一方面,电荷迁移配合物在可见区域中具有光吸收特性。在上述情况中,由于电荷迁移配合物仅形成在界面中,来自 EL 层的发光不容易被该电荷迁移配合物吸收。

[0027] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中,EL 层包括包含空穴传输物质和相对于空穴传输物质的受主物质的第五层,并且第五层接触于阳极。第五层与第一层同样地成为电荷产生区。通过在阴极侧和阳极侧设置电荷产生区,可以提高载流子平衡。另外,当接触于阴极的层与接触于阳极的层采用相同结构时,可以提高应力平衡。

[0028] 第五层可以相对于空穴传输物质以质量比为 0.1 以上 4.0 以下的比率包含所述受主物质。在上述条件下,可以高效地产生电荷。另外,虽然即使将第五层的厚度形成为其导电率的变化也不大,但是在上述条件下效果显著。由于第五层的导电率的变化小,通过调整其厚度即可以在不使驱动电压上升的条件下进行发光的光学调整,但是在上述条件下其效果更为显著。

[0029] 第五层可以具有包含空穴传输物质的层和包含受主物质的层的叠层结构。在第五层中形成有电荷迁移配合物,利用该电荷迁移配合物产生电荷。另一方面,电荷迁移配合物在可见区域中具有光吸收特性。在上述情况中,由于电荷迁移配合物仅形成在界面中,来自 EL 层的发光不容易被该电荷迁移配合物吸收。

[0030] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中,在第一层中含有的受主物质是元素周期表中的第四族至第八族的金属的氧化物。这是由于在上述情况中作为电荷产生区的功能更显著的缘故。

[0031] 在根据本发明的第一方式的发光元件的优选例子中,第一层所含有的受主物质为氧化钼。这是由于作为电荷产生区效果显著而且吸湿性低的缘故。

[0032] 还可以利用上述发光元件形成发光装置。另外,还可以使用该发光装置形成电子设备或照明装置。这是由于其在这些用途中的效果显著的缘故。

[0033] 本说明书中的发光装置是指图像显示装置、发光装置及光源(包括照明装置)。此外,如下模块也都包括在发光装置中:安装有连接器如 FPC(柔性印刷电路, Flexible Printed Circuit)、TAB(带式自动接合, Tape Automated Bonding) 胶带或 TCP(带载封装, Tape Carrier Package) 的模块; TAB 胶带或 TCP 的前端设置有印刷电路板的模块;或利用 COG(玻璃上芯片, chip on glass) 方式直接安装有集成电路(IC) 的模块。

[0034] 根据本发明的第一方式的发光元件可以利用第二层抑制驱动电压的上升。由于第二层位于第一层与第三层之间,所以可以防止 p-n 结的形成及耗尽层的形成。另外,还可以防止第一层与第三层的相互作用。另外,通过包括这种发光元件还可以提供耗电量得到降低的发光元件、电子设备及照明装置。

附图说明

[0035] 图 1A 和图 1B 是示出发光元件的元件结构及能带图的图;

- [0036] 图 2 是示出发光元件的能带图的图；
- [0037] 图 3A 和图 3B 是示出发光元件的元件结构及能带图的图；
- [0038] 图 4A 和图 4B 是示出发光元件的元件结构及能带图的图；
- [0039] 图 5A 和图 5B 是示出发光元件的元件结构的图；
- [0040] 图 6A 和图 6B 是示出发光元件的元件结构的图；
- [0041] 图 7A 至图 7D 是示出无源矩阵型发光装置的图；
- [0042] 图 8 是示出无源矩阵型发光装置的图；
- [0043] 图 9A 和图 9B 是示出有源矩阵型发光装置的图；
- [0044] 图 10A 至图 10E 是示出电子设备的图；
- [0045] 图 11 是示出照明装置的图；
- [0046] 图 12 是示出实施例 1 的发光元件的特性的图；
- [0047] 图 13 是示出实施例 1 的发光元件的特性的图；
- [0048] 图 14 是示出实施例 2 的发光元件的特性的图；
- [0049] 图 15 是示出实施例 2 的发光元件的特性的图；
- [0050] 图 16 是示出实施例 3 的发光元件的特性的图；
- [0051] 图 17 是示出实施例 4 的发光元件的特性的图；
- [0052] 图 18 是示出实施例 4 的发光元件的特性的图。

具体实施方式

[0053] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。本发明不局限于以下说明的内容,其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在下文示出的实施方式所记载的内容中。

[0054] 实施方式 1

[0055] 使用图 1A 和图 1B 及图 2 对本发明的一个方式的发光元件的元件结构进行说明。

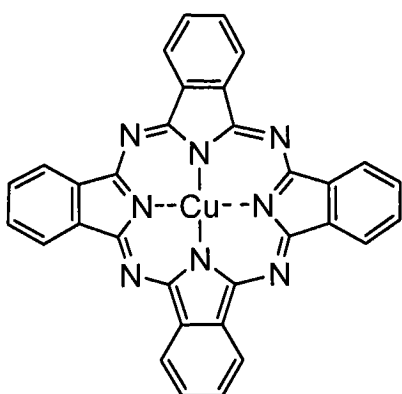
[0056] 如图 1A 所示,在发光元件中,在一对电极(阳极 101 与阴极 102)之间夹有包括发光区域的 EL 层 103,在阴极 102 与 EL 层 103 之间从阴极 102 一侧包括第一层 106、第二层 105 及第三层 104。

[0057] 第一层 106 位于阴极 102 与第二层 105 之间,并且接触于阴极 102 及第二层 105。第一层 106 由空穴传输物质和相对于空穴传输物质的受主物质构成而成为电荷产生区。空穴传输物质与受主物质形成电荷迁移配合物,通过受主物质从空穴传输物质中抽出电子而产生空穴及电子。第一层 106 的厚度为 10nm 以上 200nm 以下。由于即使将第一层 106 的厚度形成厚其导电率的变化也不大,从而可以抑制发光元件的驱动电压的上升。通过调整第一层 106 的厚度,可以在不使驱动电压上升的情况下进行发光的光学调整。

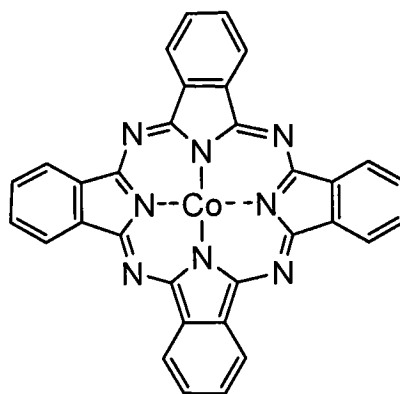
[0058] 第二层 105 位于第一层 106 与第三层 104 之间,并且接触于第一层 106 及第三层 104。第二层 105 由酞菁类材料构成,其接收第一层 106 中产生的电子并将其传给第三层 104。由此第二层 105 成为电子中继层。另外,作为酞菁类材料的例子,可以举出 CuPc、H₂Pc、SnPc、ZnPc、CoPc 及 FePc 等金属酞菁类材料。第二层 105 防止第一层 106 与第三层 104 相互作用。第二层 105 可以防止 p-n 结的形成及耗尽层的形成。第二层 105 可以抑制发光元件的驱动电压的上升。下面示出上述酞菁类材料的结构式。

[0059] [化 3]

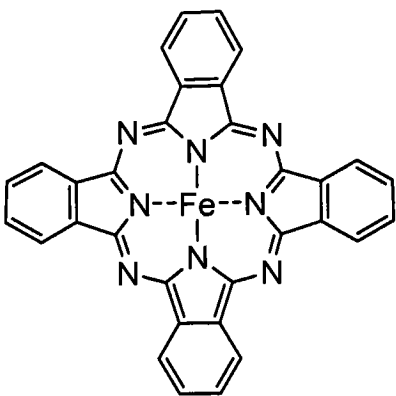
[0060]



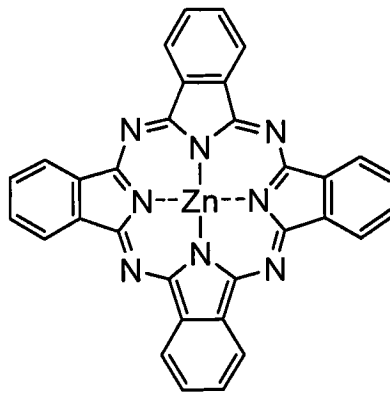
CuPc



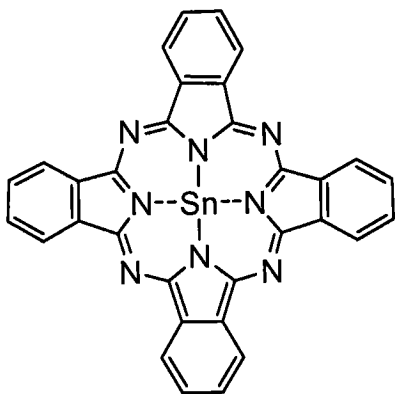
CoPc



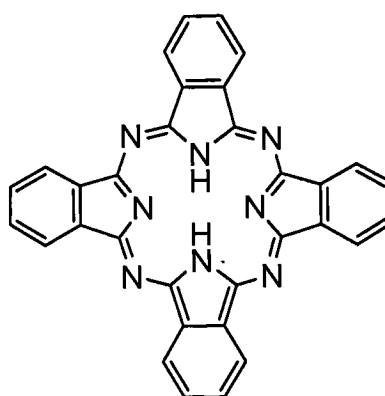
FePc



ZnPc



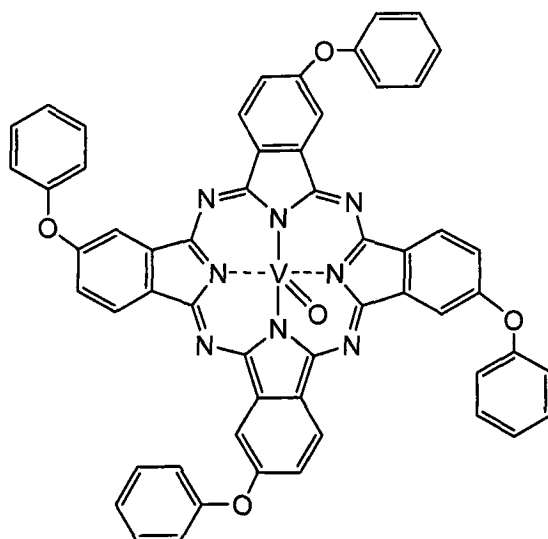
SnPc

H₂Pc

[0061] 另外,作为酞菁类材料,具体地优选为以下结构式所示的 PhO-VOPc (Vanadyl 2, 9, 16, 23-tetraphenoxy-29H, 31H-phthalocaynine) (SYNTHON 制造)。以下所述的酞菁类材料是具有苯氧基的酞菁衍生物。具有苯氧基的酞菁衍生物可溶于溶剂,因此,在形成发光元件时易于处理。另外,由于其可溶于溶剂,所以用于成膜的装置的维修变得容易。

[0062] [化 4]

[0063]



PhO-VOPc

[0064] 第三层 104 位于第二层 105 与 EL 层 103 之间,并且接触于第二层 105 及 EL 层 103。第三层 104 包括碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属化合物,并将由第二层 105 接收的电子传到 EL 层 103。第三层成为电子注入缓冲层。

[0065] 在第一层 106 中产生作为发光元件的电荷(载流子)的空穴和电子,并且空穴迁移到阴极 102,而电子迁移到第二层 105。由于第二层 105 的电子传输性高,可以将电子迅速地传送至第三层 104。第三层 104 可以缓和向 EL 层 103 注入电子时的注入势垒。由此可以提高向 EL 层 103 注入电子的效率。下面使用能带图进行说明。

[0066] 图 1B 示出图 1A 的元件结构中的能带图。在图 1B 中,111 表示阳极 101 的费米能级、112 表示阴极 102 的费米能级、113 表示 EL 层 103 的 LUMO(最低未占据分子轨道,即 Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级、114 表示第二层 105 的 LUMO 能级、115 表示第一层 106 的受主物质的受主能级。

[0067] 为了使第二层 105 高效地将第一层 106 中产生的电子注入到 EL 层 103,将第二层 105 的 LUMO 能级 114 设定为占据第一层 106 的受主物质的受主能级 115 与 EL 层 103 的 LUMO 能级 113 之间的能级。具体地,将其设定为 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下。另外,第二层 105 防止第一层 106 与第三层 104 之间的相互作用,并防止 pn 结的形成及耗尽层的形成,以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0068] 由于从第一层 106 的受主能级 115 迁移到第二层 105 的 LUMO 能级 114 的电子通过第三层 104 注入势垒被缓和,所以电子可以容易地注入到 EL 层 103 的 LUMO 能级 113。电子与从阳极 101 注入的空穴重新结合,而 EL 层 103 发光。另一方面,在第一层 106 中产生的空穴迁移到阴极 102。

[0069] 如上所述第二层 105 由酞菁类材料构成,但是其还可以含有碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属化合物。对于酞菁类材料该金属、金属化合物成为施主物质。图 2 示出该种情况的能带图。120 表示第二层 105 的施主物质的施主能级。施主能级 120 以占据第一层 106 的受主物质的受主能级 115 与 EL 层 103 的 LUMO 能级 113 之间的能级的方式形成。具体地,将其设定为 -5.0eV 以上且 -3.0eV 以下。

[0070] 施主能级 120 影响第二层 105 的 LUMO 能级 114。电子可以容易地从第一层 106 的受主能级 115 迁移到第二层 105 的 LUMO 能级 114。迁移到第二层 105 的 LUMO 能级 114 的电子通过第三层 104 注入势垒被缓和,所以电子可以容易地注入到 EL 层 103 的 LUMO 能级 113。由此,当第二层 105 包括该金属、金属化合物时,可以更容易地将电子注入到 EL 层 103,从而可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0071] 下面,对第一层 106、第二层 105 及第三层 104 所使用的材料等进行说明。

[0072] 第一层 106 由空穴传输物质与受主物质构成,并成为电荷产生区。作为空穴传输物质,可以使用如芳香胺化合物、唑啉衍生物、芳香烃及高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等各种有机化合物。具体而言,优选使用空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是其空穴传输性高于其电子传输性的物质,就可以使用这些以外的物质。

[0073] 作为芳香胺化合物的具体例子,可以举出 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB 或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4',4''-三(唑啉-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、4,4',4''-三(N,N-二苯胺)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯)-N-苯胺]三苯胺(简称:MTDATA)、N,N'-双(4-甲基苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。

[0074] 作为唑啉衍生物的具体例子,可以举出 3-[N-(9-苯基唑啉-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基唑啉(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基唑啉-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基唑啉(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基唑啉-3-基)氨基]-9-苯基唑啉(简称:PCzPCN1)等。除上述以外,还可以使用 4,4'-二(N-唑啉基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-唑啉基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-唑啉(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-唑啉基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0075] 作为芳香烃的具体例子,可以举出 2-叔-丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、2-叔-丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、2-叔-丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒽(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、2-叔-丁基蒽(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(简称:DMNA)、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]-2-叔-丁基蒽、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-联蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒽、蒽、并四苯、红荧烯、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔-丁基)二萘嵌苯等。此外还可以使用并五苯、晕苯等。如上所述,使用其空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且其碳数为 14 至 42 的芳香烃是更优选的。

[0076] 另外,芳香烃还可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基的芳香烃,例如可以举出 4,4'-双(2,2-二苯乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。

[0077] 再者,还可以使用聚(N-乙烯唑啉)(简称:PVK)、聚(4-乙烯三苯胺)(简称:PVTPA)等高分子化合物。

[0078] 作为用于形成第一层 106 的受主物质可以举出过渡金属氧化物。另外,可以举出属于元素周期表中第 4 族至第 8 族的金属的氧化物。具体而言,优选使用氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰及氧化铼,因为它们的电子接收性高。其中尤其优选使用氧化钼,因为其吸湿性低。此外,可以举出 7,7,8,8- 四氰基 -2,3,5,6- 四氟醌二甲烷 (简称 :F₄-TCNQ)、氯醌等。

[0079] 优选在第一层 106 中以与空穴传输物质的质量比为 0.1 以上且 4.0 以下的比率添加受主物质。

[0080] 第一层 106 可以采用如下两种结构:在同一个膜中含有空穴传输物质和受主物质;层叠包含空穴传输物质的层和包含受主物质的层。但是,当采用叠层结构时,采用包含空穴传输性高的物质的层接触于阴极 102 的结构。

[0081] 第一层 106 的厚度为 10nm 以上 200nm 以下。由于即使将第一层 106 的高厚度形成厚,导电率的变化也不大,所以可以抑制发光元件的驱动电压的上升。通过调整第一层 106 的厚度,可以在不使驱动电压上升的情况下进行发光的光学调整。

[0082] 第二层 105 及时接收第一层 106 中被受主物质抽出的电子。第二层 105 由酞菁类材料构成,其 LUMO 能级占据第一层 106 的受主物质的受主能级与 EL 层 103 的 LUMO 能级之间的能级。具体地,选将为 -5.0eV 以上 -3.0eV 以下的 LUMO 能级,使用 CuPc、H₂Pc、SnPc、ZnPc、CoPc 及 FePc 中的一种。

[0083] 在第二层 105 中,可以以与酞菁类材料的质量比为 0.001 以上且 0.1 以下的比率添加施主物质。作为施主物质,可以举出:碱金属、碱土金属、稀土金属及它们的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))等。并且还可以举出四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。

[0084] 第二层 105 的厚度为 1nm 以上 10nm 以下。第二层 105 防止第一层 106 与第三层 104 之间的相互作用,并防止 pn 结的形成及耗尽层的形成,从而抑制发光元件的驱动电压的上升。通过添加施主物质,可以更容易地将电子注入到 EL 层 103,由此可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0085] 第三层 104 将从第二层 105 接收的电子注入到 EL 层 103。作为第三层 104,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及它们的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等的氧化物、卤化物、碳酸锂和碳酸铯等的碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)等的高电子注入性物质。

[0086] 当第三层 104 含有电子传输物质时,优选以与电子传输物质的质量比为 0.001 以上 0.1 以下的比率添加高电子注入性的物质。

[0087] 作为电子传输物质,例如可以使用三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(简称:BA1q)等具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等。或者,可以使用具有基于噻唑或者基于噻唑的配体的金属配合物,例如双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑合]锌(简称:Zn(BOX)₂)或双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑合]锌(简称:Zn(BTZ)₂)等。再者,除了金属配合物以外,也可以使用 2-(4-联苯基)-5-(4-叔

丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)等。上述的物质主要是具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。但是,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以采用上述以外的物质。另外,电子传输层不限于单层,还可以层叠两层以上的由上述物质构成的层。此外,还可以使用聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-co-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-co-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0088] 第三层 104 的厚度为 0.1nm 以上 10nm 以下。由于第三层 104 可以缓和第一层 106 与 EL 层 103 之间的注入势垒,所以第一层 106 中产生的电子可以容易地注入到 EL 层 103 中。

[0089] 第一层 106、第二层 105 及第三层 104 可以使用干工序(真空蒸镀法等)、湿工序(喷墨法、旋涂法等)等各种方法来形成。

[0090] 接下来,对发光元件的其他结构进行说明。

[0091] 阳极 101 优选由具有高功函数(具体地说,4.0eV 以上是优选的)的金属、合金、导电化合物和它们的混合物等形成。具体地说,例如,可以举出氧化铟-氧化锡(ITO,即 Indium Tin Oxide)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(IZO,即 Indium Zinc Oxide)、包含氧化钨和氧化锌的氧化铟等。

[0092] 虽然阳极 101 通常通过溅射法形成,但还可以应用溶胶-凝胶法等方法形成。例如,通过溅射法,使用相对于氧化铟添加 1wt% 至 20wt% 的氧化锌的靶材,能够形成氧化铟-氧化锌(IZO)膜。另外,通过溅射法,使用相对于氧化铟包含 0.5wt% 至 5wt% 的氧化钨和 0.1wt% 至 1wt% 的氧化锌的靶材,能够形成含有氧化钨和氧化锌的氧化铟膜。

[0093] 作为阳极 101,还可以使用金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)、钛(Ti)或金属材料的氮化物(氮化钛等)、钼氧化物、钽氧化物、钨氧化物、钨氧化物、钨氧化物、钨氧化物、钨氧化物等。另外,还可以使用诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)、以及聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)等导电聚合物。但是,在接触阳极 101 地设置后面描述的第五层的情况下,可以使用 Al、Ag 等各种导电材料作为阳极 101,而与功函数的大小无关。

[0094] 作为阴极 102,可以使用功函数小(具体地说,优选为 3.8eV 以下)的金属、合金、导电化合物、以及它们的混合物等。例如,可以使用属于元素周期表中第 1 族或第 2 族的元素,即锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)等碱土金属、包含它们的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属和包含它们的合金等。另外,可以通过真空蒸镀法形成碱金属、碱土金属、含有它们的合金的膜。另外,包含碱金属或碱土金属的合金的膜可以通过溅射法来形成。另外,还可以使用银膏等通过喷墨法来形成。

[0095] 除上述以外,还可以通过层叠碱金属化合物、碱土金属化合物或稀土金属化合物(氟化锂(LiF)、氧化锂(LiO_x)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、氟化铒(ErF_3)等)的薄膜和铝等金属膜,形成阴极 102。但是,如本实施方式所示的结构那样,在接触阴极 102 地设置成为电荷产生区域的第一层 106 的情况下,作为阴极 102 可以使用 Al、Ag、ITO、含有硅或氧化

硅的氧化铟-氧化锡等各种导电材料,而与功函数的大小无关。

[0096] 另外,在本实施方式所示的发光元件中,只要阳极和阴极中的至少一方具有对可见光的透光性,即可。透光性能够通过使用如 ITO 等透光电极或者通过减薄电极的厚度而确保。

[0097] 只要 EL 层 103 形成为至少包括发光层,即可,从而还可以采用形成有发光层以外的层的叠层结构。作为发光层以外的层,可以举出由空穴注入物质、空穴传输物质或电子传输物质、电子注入物质、双极性(电子及空穴传输性高的)物质等构成的层。具体地说,可以举出空穴注入层、空穴传输层、发光层、空穴阻止层(空穴阻挡层)、电子传输层(第四层)、电子注入层等,这些层可以适当地组合而构成。再者,还可以在 EL 层 103 中的接触阳极 101 一侧设置电荷产生区域(第五层)。

[0098] 以下,示出构成上述 EL 层 103 中含有的各层的材料的具体例子。

[0099] 空穴注入层是包含空穴注入物质的层。作为空穴注入物质,例如可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等。除了上述以外,还可以使用诸如酞菁(简称:H₂Pc)和铜酞菁(简称:CuPc)等的酞菁类化合物或诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等的高分子等来形成空穴注入层。

[0100] 空穴传输层是包含空穴传输物质的层。作为空穴传输物质,例如可以举出 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB 或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、4,4',4''-三(N,N-二苯胺)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯)-N-苯胺]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)等芳香胺化合物、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)等。除上述以外,还可以使用 4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等的咔唑衍生物等。这里提到的物质主要是空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以采用上述以外的物质。另外,包含高空穴传输性物质的层不限于单层,还可以将由上述物质构成的层层叠两层以上。

[0101] 除了上述以外,还可以使用聚(N-乙烯咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酸酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等高分子化合物作为空穴传输层。

[0102] 发光层是含有发光物质的层。作为发光物质,可以使用以下所示的荧光化合物。例如,可以举出 N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒎基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四-叔-丁基二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔-丁基蒎-9,10-二基二-4,1-亚苯基)

双[N, N', N' - 三苯基 -1,4- 苯二胺] (简称:DPABPA)、N,9- 二苯基 -N-[4-(9,10- 二苯基 -2- 蒽基) 苯基] -9H- 咪唑 -3- 胺 (简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10- 二苯基 -2- 蒽基) 苯基] -N, N', N' - 三苯基 -1,4- 苯二胺 (简称:2DPAPPA)、N, N, N', N', N'', N'', N''', N''' - 八苯基二苯并 [g, p] 屈 (chrysene) -2,7,10,15- 四胺 (简称:DBC1)、香豆素 30、N-(9,10- 二苯基 -2- 蒽基) -N,9- 二苯基 -9H- 咪唑 -3- 胺 (简称:2PCAPA)、N-[9,10- 双 (1,1'- 联苯 -2- 基) -2- 蒽基] -N,9- 二苯基 -9H- 咪唑 -3- 胺 (简称:2PCABPhA)、N-(9,10- 二苯基 -2- 蒽基) -N, N', N' - 三苯基 -1,4- 苯二胺 (简称:2DPAPA)、N-[9,10- 双 (1,1'- 联苯 -2- 基) -2- 蒽基] -N, N', N' - 三苯基 -1,4- 亚苯基二胺 (简称:2DPABPhA)、9,10- 双 (1,1'- 联苯 -2- 基) -N-[4-(9H- 咪唑 -9- 基) 苯基] -N- 苯基蒽 -2- 胺 (简称:2YGABPhA)、N,9- 三苯基蒽 -9- 胺 (简称:DPhAPhA)、香豆素 545T、N, N' - 二苯基喹吖啶酮 (简称:DPQd)、红荧烯、5,12- 双 (1,1'- 联苯 -4- 基) -6,11- 二苯基并四苯 (简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲基氨基) 苯基] 乙烯基} -6- 甲基 -4H- 吡喃 -4- 亚基 (ylidene)) 丙二腈 (简称:DCM1)、2-{2- 甲基 -6-[2-(2,3,6,7- 四氢 -1H,5H- 苯并 [ij] 喹啉 (quinolizin) -9- 基) 乙烯基] -4H- 吡喃 -4- 亚基} 丙二腈 (简称:DCM2)、N, N, N', N' - 四 (4- 甲基苯基) 并四苯 -5,11- 二胺 (简称:p-mPhTD)、7,14- 二苯基 -N, N, N', N' - 四 (4- 甲基苯基) 萘并 (acenaphtho) [1,2-a] 荧蒽 -3,10- 二胺 (简称:p-mPhAFD)、2-{2- 异丙基 -6-[2-(1,1,7,7- 四甲基 -2,3,6,7- 四氢 -1H,5H- 苯并 [ij] 喹啉 -9- 基) 乙烯基] -4H- 吡喃 -4- 亚基} 丙二腈 (简称:DCJTI)、2-{2- 叔 - 丁基 -6-[2-(1,1,7,7- 四甲基 -2,3,6,7- 四氢 -1H,5H- 苯并 [ij] 喹啉 -9- 基) 乙烯基] -4H- 吡喃 -4- 亚基} 丙二腈 (简称:DCJTB)、2-(2,6- 双 {2-[4-(二甲基氨基) 苯基] 乙烯基} -4H- 吡喃 -4- 亚基) 丙二腈 (简称:BisDCM)、2-(2,6- 双 [2-(8- 甲氧基 -1,1,7,7- 四甲基 -2,3,6,7- 四氢 -1H,5H- 苯并 [ij] 喹啉 -9- 基) 乙烯基] -4H- 吡喃 -4- 亚基} 丙二腈 (简称:BisDCJTM) 等。

[0103] 作为发光物质,还可以使用以下所示的磷光化合物。例如,可以举出双 [2-(4',6'- 二氟) 吡啶醇 -N, C^{2'}] 铱 (III) 四 (1- 吡啶基) 硼酸盐 (简称:FIr6)、双 [2-(4',6'- 二氟苯基) 吡啶醇 -N, C^{2'}] 铱 (III) 吡啶甲酸酯 (简称:FIrpic)、双 [2-(3',5'- 双三氟甲基苯基) 吡啶醇 -N, C^{2'}] 铱 (III) 吡啶甲酸酯 (简称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、双 [2-(4',6'- 二氟苯基)] 吡啶醇 -N, C^{2'}] 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:FIracac)、三 (2- 苯基吡啶醇) 铱 (III) (简称:Ir(ppy)₃)、双 (2- 苯基吡啶) 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(ppy)₂(acac))、双 (苯并 [h] 喹啉) 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(bzq)₂(acac))、双 (2,4- 二苯基 -1,3- 恶唑 -N, C^{2'}) 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(dpo)₂(acac))、双 [2-(4'- 全氟苄基苯基) 吡啶醇] 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、双 (2- 苯基苯并噻唑 -N, C^{2'}) 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(bt)₂(acac))、双 [2-(2'- 苯并 [4,5- a] 噻吩基) 吡啶醇 -N, C^{3'}] 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(btp)₂(acac))、双 (1- 苯基异喹啉 -N, C^{2'}) 铱 (III) 乙酰丙酮 (简称:Ir(piq)₂(acac))、(乙酰丙酮) 双 [2,3- 双 (4- 氟苯基) 喹啉合] 铱 (III) (简称:Ir(Fdpq)₂(acac))、(乙酰丙酮) 双 (2,3,5- 三苯基吡啶根合) 铱 (III) (简称:Ir(tppr)₂(acac))、2,3,7,8,12,13,17,18- 八乙基 -21H,23H- 卟啉铂 (II) (简称:PtOEP)、三 (乙酰丙酮) (单菲咯啉) 铽 (III) (简称:Tb(acac)₃(Phen))、三 (1,3- 二苯基 -1,3- 丙二酮) (单菲咯啉) 合铕 (III) (简称:Eu(DBM)₃(Phen))、三 [1-(2- 噻吩甲酰基) -3,3,3- 三氟丙酮] (单菲咯啉) 合铕 (III) (简称:Eu(TTA)₃(Phen)) 等。

[0104] 另外,优选地是,这些发光物质被分散在主体材料中而使用。作为主体材料,例如可以举出 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(螺环-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)等芳香胺化合物、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)等。除上述以外,还可以使用 4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等的咔唑衍生物;聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等包含高分子化合物的空穴传输性高的物质。另外,可以使用三(8-羟基喹啉合)铝(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉合)铝(简称:Almq₃)、二(10-羟基苯并[h]喹啉酸合(quinolinato))铍(简称:BeBq₂)或二(2-甲基-8-羟基喹啉合)(4-苯基苯酚合)铝(简称:BA1q)等具有喹啉结构或苯并喹啉结构的金属配合物、双[2-(2-羟基苯基)苯并恶唑]锌(简称:Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑]锌(简称:Zn(BTZ)₂)等具有恶唑类或噻唑类配体的金属配合物、2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-恶二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-恶二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、3-(4-叔-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)等电子传输物质。

[0105] 电子传输层是包含电子传输物质的层。作为电子传输物质,例如可以使用三(8-羟基喹啉合)铝(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉合)铝(简称:Almq₃)、二(10-羟基苯并[h]喹啉酸合(quinolinato))铍(简称:BeBq₂)或二(2-甲基-8-羟基喹啉合)(4-苯基苯酚合)铝(简称:BA1q)等具有喹啉结构或苯并喹啉结构的金属配合物、双[2-(2-羟基苯基)苯并恶唑]锌(简称:Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑]锌(简称:Zn(BTZ)₂)等具有恶唑类或噻唑类配体的金属配合物、2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-恶二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-恶二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、3-(4-叔-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)等。这里提到的物质主要是电子迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以采用上述以外的物质。另外,电子传输层不限于单层,还可以将由上述物质构成的层层叠两层以上。

[0106] 另外,还可以将聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-co-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-co-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物用于电子传输层。

[0107] 电子注入层是包含电子注入物质的层。作为电子注入物质,可以举出锂(Li)、铯

(Cs)、钙 (Ca)、氟化锂 (LiF)、氟化铯 (CsF)、氟化钙 (CaF₂) 等碱金属、碱土金属或它们的化合物。另外,还可以使用其中含有碱金属、碱土金属或它们的化合物的电子传输物质,例如其中含有镁 (Mg) 的 Alq。

[0108] 另外,如上所述,可以在 EL 层 103 中的接触阳极 101 一侧设置用作电荷产生区域的第五层。电荷产生区域包含空穴传输物质和相对于空穴传输物质的受主物质。另外,电荷产生区域可以采用如下结构:在同一个膜中含有空穴传输物质和受主物质;层叠有包含空穴传输物质的层和包含受主物质的层。但是,采用包含受主物质的层接触阳极 101 的结构。

[0109] 通过形成第五层,能够形成阳极 101,而不考虑形成阳极 101 的材料的功函数。就是说,除了功函数大的材料以外,还可以使用功函数小的材料作为形成阳极 101 的材料。

[0110] 作为用于第五层的受主物质,可以举出元素周期表中的第四族至第八族的金属的氧化物。具体而言,优选使用氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰及氧化镱,因为它们的电子接收性高。尤其优选氧化钼。氧化钼具有吸湿性低的特点。因为水分会对 EL 元件造成不良影响,所以优选吸湿性低的材料。

[0111] 作为用于第五层的空穴传输物质,可以使用各种有机化合物诸如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳香烃和聚合物(低聚物、树状聚合物、聚合体等)。具体地,优选使用空穴迁移率为 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以采用上述以外的物质。

[0112] 另外,通过适当地组合而层叠这些层,能够形成 EL 层 103。作为 EL 层 103 的形成方法,可以根据使用的材料适当地选择各种方法(干法或湿法等)。例如,可以采用真空蒸镀法、喷墨法、旋涂法等。另外,还可以使用各层之间不同的方法而形成。

[0113] 通过组合上述材料,能够制造本实施方式所示的发光元件。能够从该发光元件得到来自上述发光物质的发光,但是通过改变发光物质的种类而能够得到各种发光颜色。另外,还能够通过使用发光颜色不相同的多个发光物质作为发光物质而得到宽光谱的发光和白色发光。另外,在得到白色发光的情况下,可以采用层叠有呈现彼此成为互补色的发光颜色的多个层的结构等。作为具体的互补色的关系,例如可以举出蓝色与黄色、蓝绿色与红色等。

[0114] 另外,本实施方式所示的发光元件可以形成在各种衬底上。作为衬底,例如可以使用玻璃、塑料、金属板、金属箔等。在从衬底一侧抽出发光元件的发光的情况下,只要使用具有透光性的衬底,即可。但是,只要是在发光元件的制造工序中能够用作支撑体的衬底,就还可以使用除上述以外的材料。

[0115] 另外,可以将本实施方式所示的发光元件的元件结构用于双方电极以格子形状形成在同一个衬底上的无源矩阵型发光装置。注意,当将发光装置用于照明装置时,不需要将电极形成格子形状。另外,还能够用于具有电连接于用作开关的薄膜晶体管(TFT)等的发光元件并由该 TFT 等控制发光元件的驱动的有源矩阵型发光装置。另外,对该 TFT 的结构没有特别的限定。既可使用交错型 TFT,又可使用反交错型 TFT。另外,由该 TFT 构成的驱动电路既可由 N 型及 P 型 TFT 构成,又可以仅由 N 型 TFT 或 P 型 TFT 的任一方构成。另外,对用于该 TFT 的半导体膜的结晶性没有特别的限制。既可使用非晶半导体膜,又可使用结晶半导体膜。另外,还可以使用单晶半导体膜。单晶半导体膜能够通过智能切割法等而

制造。再者,还可以使用氧化物半导体如包含铟、镓和锌的氧化物半导体。

[0116] 通过采用本实施方式所示的元件结构,可以降低 EL 元件的驱动电压。由于采用第一层 106 与第三层 104 之间夹有第二层 105 的结构,所以可以防止第一层 106 与第三层 104 的相互作用,并防止 pn 结的形成及耗尽层的形成,从而可以能够抑制 EL 元件的驱动电压的上升。

[0117] 实施方式 2

[0118] 在本实施方式中,参照图 3A 和 3B 说明实施方式 1 中说明的发光元件的一个例子。

[0119] 如图 3A 所示,在发光元件中,在一对电极(阳极 101、阴极 102)之间夹有包含发光区域的 EL 层 103,并且在阴极 102 与 EL 层 103 之间从阴极 102 一侧依次层叠有成为电荷产生区域的第一层 106、成为电子中继层的第二层 105 和成为电子注入缓冲层的第三层 104。

[0120] 阳极 101、阴极 102、EL 层 103、第一层 106 和第二层 105 可以使用与实施方式 1 同样的材料。

[0121] 作为用于第三层 104 的物质,可以举出锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)等碱土金属、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)等高电子注入性物质。

[0122] 在阳极 101 上形成 EL 层 103 之后,在其上依次形成第三层 104、第二层 105 及第一层 106。为了避免驱动电压的上升将第三层 104 的厚度形成为极薄(具体地将其形成为 1nm 以下且 0.1nm 以上)。第三层 104 大致位于第二层 105 与为 EL 层 103 的一部分的成为电子传输层的第四层 107 之间的界面上。但是,当在形成第四层 107 之后,在第四层 107 上形成第三层 104 的情况下,形成第三层 104 的物质的一部分有可能存在于第四层 107。

[0123] 另外,图 3B 示出从阳极 101 一侧依次层叠形成图 3A 所示的元件时的能带图。X 表示第三层 104 所包含的物质。由于第三层 104 非常薄,所以第三层 104 所包含的物质也可能存在于第四层 107 中。

[0124] 通过在第二层 105 与 EL 层 103 的界面上设置第三层 104,可以缓和注入势垒。由此第一层 106 中产生的电子可以容易地从第二层 105 注入到 EL 层 103。

[0125] 与第一实施方式所示的通过添加电子传输性高的物质来形成第三层 104 的情况相比,通过采用本实施方式所示的结构,即:使用上述物质形成第三层 104,并将其厚度设定为 0.1nm 以上 1nm 以下,并使第三层与第四层接触,可以降低发光元件的驱动电压。

[0126] 由于在作为用于第三层 104 的电子注入性高的物质的上述物质中,碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)等物质是在空气中稳定的物质,所以适用于批量生产。

[0127] 本实施方式 2 所示的结构通过适当地组合实施方式 1 所示的结构而使用。

[0128] 例如,可以如实施方式 1 所示那样在第二层 105 中以与酞菁类材料的质量比为 0.001 以上 0.1 以下的比率添加施主物质。其中,施主物质使用实施方式 1 所示的物质。

[0129] 实施方式 3

[0130] 在本实施方式中,参照图 4A 和 4B 对实施方式 1 中说明的发光元件的一个例子进行说明。

[0131] 该发光元件,如图 4A 所示,在一对电极(阳极 101、阴极 102)之间夹有包含发光区域的 EL 层 103,并且在阴极 102 与 EL 层 103 之间从阴极 102 一侧依次层叠有成为电荷产生区域的第一层 106、成为电子中继层的第二层 105 及成为电子注入缓冲层的第三层 104,第三层 104 包含电子传输物质和施主物质。

[0132] 在第三层 104 中,优选以与电子传输物质的质量比为 0.001 以上 0.1 以下的比率添加施主物质。由此,可以将第三层 104 用作电子注入缓冲。

[0133] 本实施方式 3 中的阳极 101、阴极 102、EL 层 103、第一层 106 及第二层 105 可以使用与实施方式 1 同样的材料。

[0134] 作为用于第三层 104 的电子传输物质,例如可以使用三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(简称:BA1q)等具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等。另外,除了上述以外,还可以使用双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑]锌(简称:Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑]锌(简称:Zn(BTZ)₂)等具有噻唑类或噻唑类配体的金属配合物等。再者,除了金属配合物以外,还可以使用 2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-恶二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-恶二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-吡唑(简称:C011)、3-(4-叔-丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)等。这里提到的物质主要是电子迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。

[0135] 此外,还可以使用聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-co-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-co-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0136] 作为用于第三层 104 的施主物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和它们的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。

[0137] 作为用于第三层 104 的电子传输物质与用于 EL 层 103 的一部分的成为电子传输层的第四层 107 的电子传输物质,既可使用相同的物质也可以使用不同的物质。

[0138] 实施方式 3 的发光元件如图 4A 所示,在 EL 层 103 与第二层 105 之间形成有包含电子传输物质和施主物质的第三层 104。图 4B 示出该元件结构的能带图。X 表示施主物质。

[0139] 通过形成第三层 104,可以缓和第二层 105 与 EL 层 103 之间的注入势垒。由此可以将第一层 106 中产生的电子容易地注入到 EL 层 103。

[0140] 另外,本实施方式所示的结构可以与实施方式 1 或实施方式 2 所示的结构适当地组合而使用。

[0141] 例如,可以如实施方式 1 所示那样在第二层 105 中以与酞菁类材料的质量比为 0.001 以上 0.1 以下的比率添加施主物质。其中,施主物质使用实施方式 1 所示的物质。

[0142] 实施方式 4

[0143] 在本实施方式中,作为实施方式 1 中说明的发光元件的一个例子,参照图 5A 和 5B

对第一层 106 的结构进行说明。

[0144] 在一对电极（阳极 101、阴极 102）之间夹有包含发光区域的 EL 层 103，并且在阴极 102 与 EL 层 103 之间从阴极 102 一侧依次层叠有第一层 106、第二层 105 及第三层 104。另外，阳极 101、阴极 102、EL 层 103、第二层 105 及第三层 104 可以使用与实施方式 1 至 3 同样的材料。

[0145] 第一层 106 是包含空穴传输物质和受主物质的区域。在第一层 106 中，受主物质从空穴传输物质抽出电子，而产生空穴和电子。

[0146] 图 5A 所示的第一层 106 具有在一个膜中含有空穴传输物质和受主物质的结构。在此情况下，通过以与空穴传输物质的质量比为 0.1 以上 4.0 以下的比率添加受主物质，而容易在第一层 106 中产生载流子，所以是优选的。

[0147] 另一方面，图 5B 所示的第一层 106 具有层叠有包含空穴传输物质的层 106a 和包含受主物质的层 106b 的结构。第一层 106 中形成的电荷迁移配合物在可见区域中具有光吸收特性。当采用层叠包含空穴传输物质的层 106a 和包含受主物质的层 106b 的结构时，该电荷迁移配合物仅形成于层 106a 与层 106b 的界面上而不是形成于第一层 106 的整体。由于电荷迁移配合物仅形成于界面，来自 EL 层 103 的发光不容易被该电荷迁移配合物吸收，所以该结构是优选的。

[0148] 作为用于第一层 106 的空穴传输物质及受主物质，可以使用实施方式 1 中记载的物质。

[0149] 另外，本实施方式所示的结构可以与实施方式 1 至 3 所示的结构适当地组合而使用。

[0150] 例如，可以如实施方式 1 所示那样在第二层 105 中以与酞菁类材料的质量比为 0.001 以上 0.1 以下的比率添加施主物质。其中，施主物质使用实施方式 1 所示的物质。

[0151] 实施方式 5

[0152] 在本实施方式中，作为实施方式 1 中说明的发光元件的一个例子，参照图 6A 和 6B 对在 EL 层 103 的一部分中以接触阳极 101 的方式形成电荷产生区域的情况进行说明。发光元件包括：EL 层 103 的一部分的接触于阳极 101 形成的成为电荷产生区域的第五层 108 以及实施方式 1 中说明的成为电荷产生区域的第一层 116。

[0153] 发光元件在一对电极（阳极 101、阴极 102）之间夹有包含发光区域的 EL 层 103，并且在 EL 层 103 的一部分中具有以接触于阳极 101 的方式形成的成为电荷产生区域的第五层 108。在发光元件中，在阴极 102 与 EL 层 103 之间从阴极 102 一侧依次层叠有第一层 116、第二层 105 及第三层 104。阳极 101、阴极 102、EL 层 103、第三层 104、第二层 105 及第一层 116 可以使用与实施方式 1 至 4 同样的材料。

[0154] 在图 6A 和图 6B 所示的发光元件中，第五层 108 与第一层 116 同样，都是包含空穴传输物质和受主物质的区域。因此，在第五层 108 中，受主物质从空穴传输物质抽出电子，而产生空穴和电子。空穴注入到 EL 层 103，电子迁移到阳极 101。

[0155] 图 6A 所示的第五层 108 具有在一个膜中含有空穴传输物质和受主物质的结构。在此情况下，通过以与空穴传输物质的质量比为 0.1 以上 4.0 以下的比率添加受主物质，而容易在第五层 108 中产生载流子，因此是优选的。另外，在图 6A 中，通过使用相同材料形成第五层 108 和第一层 116，发光元件的阳极 101 一侧与阴极 102 一侧的应力变均匀，因此是优

选的。

[0156] 另一方面,图 6B 所示的第五层 108 具有层叠有包含空穴传输物质的层 108a 和包含受主物质的层 108b 的结构。第五层 108 中形成的电荷迁移配合物在可见区域中具有光吸收特性。当层叠包含空穴传输物质的层 108a 和包含受主物质的层 108b 时,该电荷迁移配合物仅形成于层 108a 与层 108b 的界面上而不是形成于第五层 108 的整体。由于电荷迁移配合物仅形成于界面,来自 EL 层 103 的发光不容易被该电荷迁移配合物吸收,所以该结构是优选的。另外,如图 6B 所示,第一层 116 也可以采用层叠包含空穴传输物质的层 116a 和包含受主物质的层 116b 的结构。

[0157] 另外,作为用于第五层 108 的空穴传输物质,可以使用在实施方式 1 中举出的用于第一层 106 的空穴传输物质。另外,作为用于第五层 108 的受主物质,可以使用在实施方式 1 中举出的用于第一层 106 的受主物质。

[0158] 另外,本实施方式 5 所示的结构可以与实施方式 1 至 4 所示的结构适当地组合而使用。

[0159] 例如,可以如实施方式 1 所示那样在第二层 105 中以与酞菁类材料的质量比为 0.001 以上 0.1 以下的比率添加施主物质。其中,施主物质使用实施方式 1 所示的物质。

[0160] 实施方式 6

[0161] 在本实施方式中,作为使用实施方式 1 至 5 所示的发光元件而制造的发光装置的一个例子,说明无源矩阵型发光装置及有源矩阵型发光装置。

[0162] 图 7A 至图 7D 和图 8 示出无源矩阵型发光装置的例子。

[0163] 在无源矩阵型(单纯矩阵型)发光装置中,并列为条形(带形)的多个阳极和并列为条形的多个阴极设置为互相正交,并且具有发光层被夹在其交叉部的结构。从而,在被选择(施加了电压)的阳极和被选择的阴极的交叉点上的像素发光。

[0164] 图 7A 至图 7C 是示出密封之前的像素部的俯视图,而图 7D 是沿图 7A 至图 7C 中的链条线 A-A' 的截面图。

[0165] 在衬底 601 上作为基底绝缘层形成绝缘层 602。另外,若不需要基底绝缘层,则不必特意形成绝缘层。在绝缘层 602 上以条形等间距地设置有多数第一电极 603(参照图 7A)。

[0166] 另外,在第一电极 603 上设置有具有对应于各个像素的开口部的分隔壁 604。具有开口部的分隔壁 604 由绝缘材料(例如,光敏或非光敏有机材料(聚酰亚胺、丙烯酸树脂、聚酰胺、聚酰亚胺酰胺、抗蚀剂或苯并环丁烯)或 Spin-On-Glass(SOG)膜(例如包含烷基的 SiO_x膜))构成。另外,对应于各像素的开口部 605 成为发光区域(参照图 7B)。

[0167] 在具有开口部的分隔壁 604 上设置与第一电极 603 交叉并彼此平行的多个倒锥形的分隔壁 606(参照图 7C)。根据光刻法利用将未被曝光的部分作为图案的正型光敏树脂,并通过调节曝光量或显影时间,以使图案下方的部分更多地被蚀刻,来形成倒锥形的分隔壁 606。

[0168] 在如图 7C 所示那样形成倒锥形的分隔壁 606 之后,如图 7D 所示那样依次形成包含有机化合物的层 607 和第二电极 608。另外,本实施方式所示的包含有机化合物的层 607 至少包括在实施方式 1 至 5 中作为形成在阳极与阴极之间的层而示出的 EL 层、第一层、第二层及第三层。因为将具有开口部的分隔壁 604 和倒锥形的分隔壁 606 的总高度设定为大于包含有机化合物的层 607 和第二电极 608 的厚度,所以如图 7D 所示那样形成有分割为多

个区域的包含有机化合物的层 607 和第二电极 608。另外,被分离为多个的区域彼此电隔离。

[0169] 第二电极 608 是在与第一电极 603 交叉的方向上延伸的彼此平行的条形电极。另外,包含有机化合物的层 607 和形成第二电极 608 的导电层的一部分还形成在倒锥形的分隔壁 606 上,但是它们与包含有机化合物的层 607 和第二电极 608 分离。

[0170] 只要本实施方式中的第一电极 603 和第二电极 608 中的一方为阳极,而另一方为阴极,就可以采用阳极和阴极中的任何一个。另外,构成包含有机化合物的层 607 的叠层结构可以根据电极的极性适当地调整,以使它成为实施方式 1 至 5 所示的结构,即可。

[0171] 根据需要,还可以使用密封剂等粘合剂将密封罐或玻璃衬底等的密封材料贴合到衬底 601 来进行密封,以将发光元件配置在被密封的空间中。因此,能够防止发光元件的退化。另外,还可以对被密封的空间填充填充剂或干燥了的惰性气体。另外,还可以在衬底和密封材料之间封装干燥剂等,以便防止因水分等的发光元件的退化。借助于用干燥剂清除少量的水分,而完全干燥。作为干燥剂,可以使用通过化学吸附来吸收水分的物质如氧化钙或氧化钡等的碱土金属的氧化物。除了上述以外,诸如沸石和硅胶之类的由物理吸附作用吸收水分的物质也可以用作干燥剂。

[0172] 接下来,图 8 示出在图 7A 至图 7D 所示的无源矩阵型发光装置中安装有 FPC 等时的俯视图。

[0173] 在图 8 中,构成图像显示的像素部具有彼此正交的扫描线组和数据线组。

[0174] 这里,图 7A 至图 7D 中的第一电极 603 相当于图 8 的扫描线 703,图 7A 至图 7D 中的第二电极 608 相当于图 8 的数据线 708,而倒锥形的分隔壁 606 相当于图 8 的分隔壁 706。在数据线 708 与扫描线 703 之间夹有图 7A 至 7D 的包含有机化合物的层 607,并且由区域 705 表示的交叉部对应于一个像素。

[0175] 另外,扫描线 703 在端部与连接布线 709 电连接,且连接布线 709 通过输入端子 710 连接到 FPC711b。并且,数据线 708 通过输入端子 712 连接到 FPC711a。

[0176] 如有必要,光学薄膜例如偏振片、圆形偏振片(包含椭圆偏振片)、相位差板($\lambda/4$ 板、 $\lambda/2$ 板)和滤色片等可适当地设置在从发光层发射的光的发射面上。另外,也可以将抗反射膜设置在偏振片或者圆形偏振片上。例如,可以执行防眩光处理,即由于表面的不平坦扩散反射光来降低眩光的处理。

[0177] 另外,在图 8 中虽然示出了在衬底上不设置驱动电路的例子,但是,也可以在衬底上安装具有驱动电路的 IC 芯片。

[0178] 在安装 IC 芯片的情况下,利用 COG 方式在像素部的周围(外侧)区域中分别安装数据线侧 IC 和扫描线侧 IC,该数据线侧 IC 和扫描线侧 IC 形成有用来将各个信号传送到像素部的驱动电路。除了 COG 法以外,还可以采用 TCP 或引线结合法来安装各个 IC。TCP 是一种配备有 IC 的 TAB 胶带。TCP 是将 TAB 胶带连接到形成元件的衬底上的布线来安装 IC 的。数据线侧 IC 及扫描线侧 IC 可以使用硅衬底,也可以使用在其上形成了由 TFT 形成的驱动电路的玻璃衬底、石英衬底、或塑料衬底。

[0179] 接着,使用图 9A 和图 9B 说明有源矩阵型发光装置的例子。另外,图 9A 示出发光装置的俯视图,图 9B 是以图 9A 的虚线 A-A' 切割的截面图。根据本实施方式的有源矩阵型发光装置具有设置在元件衬底 801 上的像素部 802、驱动电路部(源极线驱动电路)803 以

及驱动电路部（栅极线驱动电路）804。将像素部 802、驱动电路部 803 和驱动电路部 804 用密封剂 805 密封在元件衬底 801 和密封衬底 806 之间。

[0180] 另外，在元件衬底 801 上设置用于连接外部输入端子的引线 807，所述外部输入端子将来自外部的信号（例如，视频信号、时钟信号、起始信号、或复位信号等）或电位传送到驱动电路部 803 及驱动电路部 804。在此示出了作为外部输入端子设置 FPC（柔性印刷电路）808 的例子。虽然在这里仅示出了 FPC，但印刷线路板（PWB）也可以附着于该 FPC 上。根据本说明书中的发光装置不仅包括发光装置本体，而且还包括其中 FPC 或 PWB 贴附到其上的状态。

[0181] 以下，参照图 9B 说明截面结构。虽然在元件衬底 801 上形成有驱动电路部以及像素部，但是这里示出作为源极线驱动电路的驱动电路部 803 和像素部 802。

[0182] 在此示出在驱动电路部 803 中形成有组合 n 沟道型 TFT809 和 p 沟道型 TFT810 而形成的 CMOS 电路的例子。此外，形成驱动电路部的电路也可以由多种 CMOS 电路、PMOS 电路或 NMOS 电路形成。此外，在本实施方式中，虽然示出了将驱动电路形成在衬底上的驱动器一体型，但是并不一定要如此，驱动电路也可以不形成在衬底上而形成在外部。

[0183] 此外，像素部 802 具有多个像素，每个都包括开关用 TFT811、电流控制用 TFT812 和电连接至电流控制用 TFT812 的布线（源电极或漏电极）的阳极 813。另外，形成绝缘物 814 以覆盖阳极 813 的端部。在此，绝缘物 814 采用正型光敏丙烯酸树脂形成。

[0184] 此外，为了改善层叠在上层的膜的覆盖性，优选在绝缘物 814 的上端部或下端部形成具有曲率的曲面。例如，在使用正型光敏丙烯酸类树脂作为绝缘物 814 的材料的情况下，优选将绝缘物 814 成型为在其上端部分具有有曲率半径（ $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ ）的曲面。因光照变得不溶于蚀刻剂的负型光敏材料或因光照变得可溶于蚀刻剂的正型光敏材料都可用于该绝缘物 814，并且除了有机化合物以外，还可以使用诸如氧化硅或氮化硅之类的无机化合物。

[0185] 在阳极 813 上层叠形成有包含有机化合物的层 815 和阴极 816。另外，当使用 ITO 薄膜作为阳极 813，并且使用氮化钛薄膜和含有铝作为其主要成分的薄膜的堆叠薄膜或者氮化钛薄膜、含有铝作为其主要成分的薄膜和氮化钛薄膜的堆叠薄膜作为连接到阳极 813 上的电流控制用 TFT812 的布线时，该布线的电阻低，并且可以与 ITO 薄膜实现良好的欧姆接触。另外，虽然这里未图示，但阴极 816 电连接到作为外部输入端子的 FPC808。

[0186] 另外，本实施方式所示的包含有机化合物的层 815 至少包括在实施方式 1 至 5 中作为形成在阳极与阴极之间的层而示出的 EL 层、第一层、第二层及第三层。EL 层至少设置有发光层，并且具有除了发光层以外，适当地设置空穴注入层、空穴传输层、电子传输层或电子注入层的结构。发光元件 817 由阳极 813、包含有机化合物的层 815 和阴极 816 的叠层结构形成。

[0187] 另外，虽然在图 9B 所示的截面图中仅示出一个发光元件 817，但在像素部 802 中，以矩阵形状设置多个发光元件。另外，在进行由 R（红）、G（绿）、B（蓝）的彩色成分构成的彩色显示的情况下，将能够获得三种（R、G、B）发光的多个发光元件分别形成在像素部 802 中。此外，彩色成分不局限于三种颜色，而既可使用四种颜色以上，又可使用 RGB 以外的颜色。例如，可以加上白色来实现 RGBW（W 是白色）。

[0188] 作为彩色成分不同的发光元件的制造方法，可以使用如下方法：分别涂敷每个 EL

层的方法 ;将所有 EL 层形成为能够获得白色发光的形式,并且与滤色片组合而获得彩色成分不同的发光元件的方法 ;将所有 EL 层形成为能够获得蓝色发光或比它短波长的发光的形式,并且与颜色转换层组合而获得彩色成分不同的发光元件的方法。

[0189] 当密封衬底 806 和元件衬底 801 被密封剂 805 贴合起来时,发光元件 817 被设置于由元件衬底 801、密封衬底 806 和密封剂 805 包围形成的空间 818 中。除了其中空间 818 充满惰性气体(如氮或氩)的情况以外,还存在这样一种情况,其中空间 818 充满了密封剂 805。

[0190] 另外,优选使用环氧树脂用于密封剂 805。另外,优选这些材料为尽可能地不使水分、氧透过的材料。此外,作为用于密封衬底 806 的材料,除了玻璃衬底、石英衬底以外,还可以使用由 FRP(玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等形成的塑料衬底。

[0191] 通过上述方法,可以获得有源矩阵型发光装置。

[0192] 另外,本实施方式 6 所示的结构可以与实施方式 1 至实施方式 5 所示的结构适当地组合而使用。

[0193] 实施方式 7

[0194] 在本实施方式中,使用图 10A 至图 10E 及图 11 说明使用利用本发明的一个方式制造的发光装置来完成的各种各样的电子设备以及照明装置。

[0195] 作为应用本发明的一个方式的发光装置的电子设备,例如可举出电视装置(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、数码相机或数码摄影机等影像拍摄装置、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、音频再现装置、弹珠机等的大型游戏机等。在图 10A 至图 10E 中示出这些电子设备以及照明装置的具体例子。

[0196] 图 10A 示出电视装置的一个例子。在电视装置 9100 中,框体 9101 嵌入有显示部 9103。由显示部 9103 能够显示图像,并可以将根据本发明的一个方式形成的发光装置用于显示部 9103。此外,在此示出利用支架 9105 支撑框体 9101 的结构。

[0197] 可以通过利用框体 9101 所具备的操作开关、另外提供的遥控操作机 9110 进行电视装置 9100 的操作。通过利用遥控操作机 9110 所具备的操作键 9109,可以进行频道及音量的操作,并可以对在显示部 9103 上显示的映像进行操作。此外,也可以采用在遥控操作机 9110 中设置显示从该遥控操作机 9110 输出的信息的显示部 9107 的结构。

[0198] 注意,电视装置 9100 采用具备接收机及调制解调器等结构。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(在发送者和接收者之间或在接收者之间等)的信息通信。

[0199] 另外,因为应用本发明的一个方式形成的发光装置降低了耗电量,所以通过将它应用于电视装置的显示部 9103,能够提供长寿命的电视装置。

[0200] 图 10B 示出一种计算机,其包括主体 9201、框体 9202、显示部 9203、键盘 9204、外接端口 9205、定位装置 9206 等。该计算机是通过将使用本发明的一个方式形成的发光装置用于其显示部 9203 来制造的。

[0201] 另外,因为应用本发明的一个方式形成的发光装置降低了耗电量,所以通过将它

应用于计算机的显示部 9203,能够提供长寿命的计算机。

[0202] 图 10C 示出一种便携式游戏机,其由框体 9301 和框体 9302 的两个框体构成,并且通过连接部 9303 可以开闭地连接。在框体 9301 中组装显示部 9304,而在框体 9302 中组装显示部 9305。此外,图 10C 所示的便携式游戏机还具备扬声器部 9306、记录介质插入部 9307、LED 灯 9308、输入单元(操作键 9309、连接端子 9310、传感器 9311(包括测定如下因素的功能:力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、转动数、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、斜率、振动、气味或红外线)、麦克风 9312)等。当然,便携式游戏机的结构不局限于上述结构,只要在显示部 9304 及 9305 的双方或一方中使用根据本发明的一个方式形成的发光装置,即可,而可以采用适当地设置有其它附属设备的结构。图 10C 所示的便携式游戏机具有如下功能:读出存储在记录介质中的程序或数据并将其显示在显示部上;以及通过与其他便携式游戏机进行无线通信而实现信息共享。图 10C 中的便携式游戏机的功能不局限于此,而可以具有各种功能。

[0203] 另外,因为应用本发明的一个方式形成的发光装置降低了耗电量,所以通过将它应用于便携式游戏机的显示部(9304 及 9305),能够提供长寿命的便携式游戏机。

[0204] 图 10D 示出移动电话的一个例子。移动电话机 9400 除了安装在框体 9401 的显示部 9402 之外还具备操作按钮 9403、外部连接端口 9404、扬声器 9405、麦克 9406 等。另外,移动电话机 9400 是通过将使用本发明的一个方式形成的发光装置用于其显示部 9402 来制造的。

[0205] 图 10D 所示的移动电话机 9400 可以用手指等触摸显示部 9402 来输入信息。此外,可以用手指等触摸显示部 9402 来进行打电话或写电子邮件的操作。

[0206] 显示部 9402 的屏幕主要有如下三个模式:第一是以图像显示为主的显示模式;第二是以文字等信息输入为主的输入模式;第三是混合了显示模式与输入模式的两个模式的显示及输入模式。

[0207] 例如,在打电话或制作电子邮件的情况下,将显示部 9402 设定为以文字输入为主的文字输入模式,并进行在屏幕上显示的文字的输入操作,即可。在此情况下,优选的是,在显示部 9402 的屏幕的大部分中显示键盘或号码按钮。

[0208] 另外,通过在移动电话机 9400 内部设置具有陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,判断移动电话机 9400 的方向(纵向还是横向),而可以对显示部 9402 的屏幕显示进行自动切换。

[0209] 通过触摸显示部 9402 或对框体 9401 的操作按钮 9403 进行操作,切换屏幕模式。还可以根据显示在显示部 9402 上的图像种类切换屏幕模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏幕模式切换成显示模式,而当显示在显示部上的图像信号为文字数据时,将屏幕模式切换成输入模式。

[0210] 另外,当在输入模式中通过检测出显示部 9402 的光传感器所检测的信号得知在一定期间中没有显示部 9402 的触摸操作输入时,也可以以将屏幕模式从输入模式切换成显示模式的方式来进行控制。

[0211] 还可以将显示部 9402 用作图像传感器。例如,通过用手掌或手指触摸显示部 9402,来拍摄掌纹、指纹等,而可以进行个人识别。此外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光灯或发射近红外光的感测光源,也可以拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0212] 另外,因为应用本发明的一个方式形成的发光装置降低了耗电量,所以通过将它应用于移动电话机 9400 的显示部 9402,能够提供长寿命的移动电话机。

[0213] 图 10E 示出照明装置(台式照明装置),其包括照明部 9501、灯罩 9502、可调支架(adjustable arm)9503、支柱 9504、底台 9505、电源开关 9506。另外,照明装置是通过将使用本发明的一个方式形成的发光装置用于照明部 9501 来制造的。另外,除了图 10E 所示的台式照明装置以外,照明装置还包括固定在天花板上的照明装置(天花板固定式照明装置)或挂在墙上的照明装置(壁挂式照明装置)等。

[0214] 另外,因为应用本发明的一个方式形成的发光装置降低了耗电量,所以通过将它应用于照明装置(台式照明装置)的照明部 9501,能够提供长寿命的照明装置(台式照明装置)。

[0215] 图 11 示出将应用本发明的一个方式而形成的发光装置用作室内照明装置的例子。本发明的一个方式的发光装置还可以实现大面积化,从而如天花板固定式照明装置 1001 那样可以用作大面积的照明装置。除了上述以外,还可以用作壁挂式照明装置 1002。另外,应用本发明的一个方式而形成的发光装置具有驱动电压低的发光元件,从而可以用作低耗电量的照明装置。另外,如图 11 所示,在具备室内照明装置的房间内同时使用图 10E 所示的台式照明装置 1003。

[0216] 如上所述,可以使用本发明的一个方式的发光装置制造电子设备和照明装置。本发明的一个方式的发光装置的应用范围极为宽,以至于该发光装置可用在各个领域中的电子设备中。

[0217] 另外,本实施方式所示的结构可以与实施方式 1 至实施方式 6 所示的结构适当地组合而使用。

[0218] 实施例 1

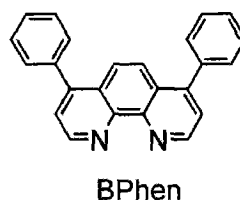
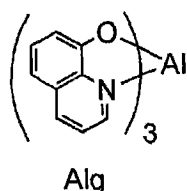
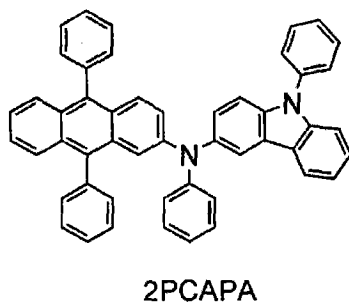
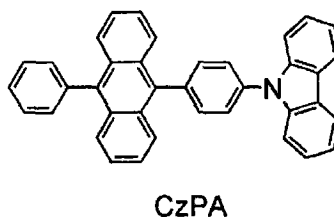
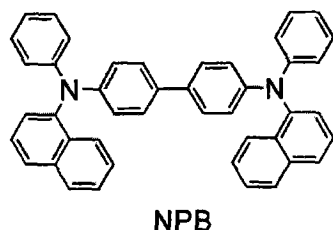
[0219] 在本实施例中,对本发明的一个方式的发光元件进行说明。在本实施例中制造发光元件 A-F 及比较发光元件 a,并对发光元件 A-F 及比较发光元件 a 的电压-亮度特性及电压-电流密度特性进行比较。通过该比较可知:发光元件 A-F 的驱动电压低于比较发光元件 a 的驱动电压,并且对此设置在发光元件 A-F 的第二层具有显著的效果。

[0220] 在发光元件 A 中作为第二层使用 CuPc,在发光元件 B 中作为第二层使用 CoPc,在发光元件 C 中作为第二层使用 FePc,在发光元件 D 中作为第二层使用 ZnPc,在发光元件 E 中作为第二层使用 SnPc,在发光元件 F 中作为第二层使用 H₂Pc,并且在比较发光元件 a 中不设置第二层。

[0221] 在发光元件 A-F 及比较发光元件 a 中,作为阳极使用含有氧化硅的铟锡氧化物,作为阴极使用铝,作为第一层使用 NPB 和氧化钼,并且作为第三层使用氧化锂(Li₂O)。在 EL 层中,使用 NPB 和氧化钼作为第五层,使用 NPB 作为空穴传输层,使用 CzPA 和 2PCAPA 作为发光层,并使用 Alq 和 BPhen 作为第四层。下面示出在本实施例中使用的材料的结构式。

[0222] [化 5]

[0223]



[0224] (发光元件 A-F 及比较发光元件 a 的制造)

[0225] 首先,利用溅射法在玻璃衬底上以 110nm 的膜厚形成包含硅或氧化硅的铟锡氧化物膜来形成阳极(电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0226] 接着,将形成有阳极的玻璃衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的成膜室内的衬底支架上,使形成有阳极的面朝下,并且减压到约 10^{-4} Pa 左右,然后通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和受主物质的氧化钼(VI),形成第五层。该薄膜的厚度为 50nm, NPB 和氧化钼(VI)之间的质量比被调节为 4:1(=NPB:氧化钼)。此外,共蒸镀法是一种蒸镀法,其中在一个加工室中从多个蒸发源同时进行蒸镀。

[0227] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法形成 10nm 厚的 NPB 来形成空穴传输层。

[0228] 接着,通过以 CzPA : 2PCAPA = 1 : 0.05 的方式共蒸镀 9-[4-(10- 苯基 -9- 蒽基) 苯基]-9H- 咔唑 (简称 :CzPA) 和 N-(9,10- 二苯基 -2- 蒽基)-N,9- 二苯基 -9H- 咔唑 -3- 胺 (简称 :2PCAPA) 来形成发光层。CzPA 是具有电子传输性的物质,而 2PCAPA 是呈现绿色发光的物质。该发光层的厚度是 30nm。

[0229] 之后,通过利用电阻加热的蒸镀法以 10nm 的膜厚形成三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq)膜,接着同样地通过利用电阻加热的蒸镀法以 10nm 的膜厚形成红菲绕啉(简称:BPhen)膜,来形成第四层。

[0230] 接着,通过利用电阻加热的蒸镀法以 0.1nm 左右的膜厚形成氧化锂 (Li_2O) 膜,以形成第三层。

[0231] 接着通过利用电阻加热的蒸镀法以 3nm 左右的膜厚形成 CuPc、CoPc、FePc、ZnPc、SnPc 或 H₂Pc 来形成第二层。在发光元件 A 中形成 CuPc, 在发光元件 B 中形成 CoPc, 在发光

元件 C 中形成 FePc, 在发光元件 D 中形成 ZnPc, 在发光元件 E 中形成 SnPc, 并在发光元件 F 中形成 H₂Pc。在比较发光元件 a 中不形成第二层。

[0232] 然后, 通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和受主物质的氧化钼(VI), 形成第一层。该薄膜的厚度为 20nm, NPB 和氧化钼(VI)之间的质量比被调节为 4:1(=NPB:氧化钼)。

[0233] 接着, 以 200nm 的膜厚形成铝膜来形成阴极, 以制造发光元件 A-F 及比较发光元件 a。

[0234] 下面在表 1 中示出发光元件 A-F 与比较发光元件 a 的元件结构的一部分。发光元件 A-F 相当于实施方式 1、2、4 及 5 所示的发光元件。另外, 由于所有元件的阳极、第五层、空穴传输层、发光层、第四层的结构都相同, 所以省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0235] [表 1]

[0236]

	阳极	*	第三层	第二层	第一层	阴极
发光元件 A	NITO (110nm)	**	Li ₂ O (0.1nm)	CuPc (3nm)	NPB:MoO _x (4:1, 20nm)	Al (200nm)
发光元件 B				CoPc (3nm)		
发光元件 C				FePc (3nm)		
发光元件 D				ZnPc (3nm)		
发光元件 E				SnPc (3nm)		
发光元件 F				H ₂ Pc (3nm)		
比较发光元件 a				—		

[0237] * 省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0238] ** 省略材料及膜厚度的记载。

[0239] 以不暴露于大气的方式将通过上述方法获得的发光元件 A-F 及比较发光元件 a 密封在氮气气氛的手套箱内, 然后对上述发光元件的工作特性进行测定。该测定在室温下(在维持 25℃的气氛下)进行。注意, 在所有发光元件中都能在波长 520nm 附近获得来自发光物质 2PCAPA 的绿色发光。

[0240] 图 12 示出发光元件 A-F 及比较发光元件 a 的电压-亮度特性, 图 13 示出电压-电流密度特性。另外, 下面使用表 2 示出 1000cd/m²附近的各元件的主要初期特性值。

[0241] [表 2]

[0242]

	电 压 (V)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	外 部 量 子 效 率 (%)
发光元件 A	3.9	(0.29, 0.61)	11	3.2
发光元件 B	3.9	(0.30, 0.61)	12	3.5
发光元件 C	3.8	(0.30, 0.61)	14	4.1
发光元件 D	3.6	(0.28, 0.61)	14	4.0
发光元件 E	3.9	(0.28, 0.59)	10	3.1
发光元件 F	4.0	(0.29, 0.60)	11	3.4
比较发光元件 a	4.5	(0.30, 0.60)	12	3.6

[0243] 由图 12 可知:作为发光元件 A-F,与比较发光元件 a 相比,通过利用第二层,可以在相同的电压下得到更高的亮度。

[0244] 由图 13 所示的电压-电流密度特性也可知:发光元件 A-F 与比较发光元件 a 相比,可以在相同的电压下实现更高的电流密度。

[0245] 在表 2 所示的 1000cd/m^2 附近,发光元件 A-F 的驱动电压 (A:3.9V、B:3.9V、C:3.8V、D:3.6V、E:3.9V、F:4.0V) 比较发光元件 a 的驱动电压 (4.5V) 低。发光元件 A-F 的色度与比较发光元件 a 的色度大致相同。发光元件 A-F 的电流效率与比较发光元件 a 的电流效率大致相同。发光元件 A-F 的外部量子效率与比较发光元件 a 的外部量子效率大致相同。

[0246] 有上述结果可知:利用第二层可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0247] 实施例 2

[0248] 在本实施例中,对本发明的一个方式的发光元件进行说明。在本实施例中制造发光元件 G 及比较发光元件 b,并对发光元件 G 及比较发光元件 b 的电压-亮度特性及电压-电流密度特性进行比较。通过该比较可知:发光元件 G 的驱动电压低于比较发光元件 b 的驱动电压,并且对此设置在发光元件 G 的第二层具有显著的效果。

[0249] 在发光元件 G 中作为第二层使用 CuPc,在比较发光元件 b 中不设置第二层。

[0250] 在发光元件 G 及比较发光元件 b 中,作为阳极使用含有氧化硅的铟锡氧化物,作为阴极使用铝,作为第一层使用 NPB 和氧化钼,并且作为第三层使用 BPhen 和 Ca。在 EL 层中,使用 NPB 和氧化钼作为第五层,使用 NPB 作为空穴传输层,使用 CzPA 和 2PCAPA 作为发光层,并使用 BPhen 作为第四层。由于本实施例中使用的材料的结构式已在实施例 1 中示出,所以省略。

[0251] (发光元件 G 及比较发光元件 b 的制造)

[0252] 首先,利用溅射法在玻璃衬底上以 110nm 的膜厚形成包含硅或氧化硅的铟锡氧化物膜来形成阳极(电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0253] 接着,将形成有阳极的玻璃衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的成膜室内的衬底支架上,使形成有阳极的面朝下,并且减压到约 10^{-4}Pa 左右,然后通过共蒸镀高空穴传输性

物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和受主物质的氧化钼(VI),形成第五层。该薄膜的厚度为 50nm, NPB 和氧化钼(VI)之间的质量比被调节为 4:1(=NPB:氧化钼)。此外,共蒸镀法是一种蒸镀法,其中在一个加工室中从多个蒸发源同时进行蒸镀。

[0254] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法形成 10nm 厚的 NPB 来形成空穴传输层。

[0255] 接着,通过以 CzPA:2PCAPA=1:0.05 的方式共蒸镀 9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)来形成发光层。CzPA 是具有电子传输性的物质,而 2PCAPA 是呈现绿色发光的物质。该发光层的厚度是 30nm。

[0256] 接着,通过利用电阻加热的蒸镀法以 10nm 的膜厚形成红菲绕啉(简称:BPhen)膜,来形成第四层。

[0257] 接下来,通过共蒸镀 BPhen 和 Ca 形成第三层。将其厚度设定为 10nm 并将以 BPhen 与 Ca 的质量比为 1:0.1(=BPhen:Ca)的方式对其比率进行了调节。

[0258] 接着通过利用电阻加热的蒸镀法以 2nm 左右的膜厚形成 CuPc 来形成第二层。在发光元件 G 中形成 CuPc,在比较发光元件 b 中不形成第二层。

[0259] 然后,通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和受主物质的氧化钼(VI),形成第一层。该薄膜的厚度为 20nm, NPB 和氧化钼(VI)之间的质量比被调节为 4:1(=NPB:氧化钼)。

[0260] 接着,以 200nm 的膜厚形成铝膜来形成阴极,以制造发光元件 G 及比较发光元件 b。

[0261] 下面在表 3 中示出发光元件 G 与比较发光元件 b 的元件结构的一部分。发光元件 G 相当于实施方式 1、2、4 及 5 所示的发光元件。另外,由于所有元件的阳极、第五层、空穴传输层、发光层、第四层的结构都相同,所以省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0262] [表 3]

[0263]

	阳极	*	第三层	第二层	第一层	阴极
发光元件 G	NITO (110nm)	**	BPhen:Ca (1:0.1, 10nm)	CuPc (2nm)	NPB:MoO _x (4:1, 20nm)	Al (200nm)
比较发光 元件 b				—		

[0264] * 省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0265] ** 省略材料及膜厚度的记载。

[0266] 以不暴露于大气的方式将通过上述方法获得的发光元件 G 及比较发光元件 b 密封在氮气气氛的手套箱内,然后对上述发光元件的工作特性进行测定。该测定在室温下(在维持 25℃的气氛下)进行。注意,在所有发光元件中都能在波长 520nm 附近获得来自发光物质 2PCAPA 的绿色发光。

[0267] 图 14 示出发光元件 G 及比较发光元件 b 的电压-亮度特性,图 15 示出电压-电流密度特性。另外,下面使用表 4 示出 1000cd/m²附近的各元件的主要初期特性值。

[0268] [表 4]

[0269]

	电压 (V)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	外部量子效率 (%)
发光元件 G	3.0	(0.29, 0.62)	14	4.1
比较发光元件 b	3.2	(0.29, 0.62)	15	4.4

[0270] 由图 14 可知：作为发光元件 G，与比较发光元件 b 相比，通过利用第二层，可以在相同的电压下得到更高的亮度。

[0271] 由图 15 所示的电压 - 电流密度特性也可知：发光元件 G 与比较发光元件 b 相比，可以在相同的电压下实现更高的电流密度。

[0272] 在表 4 所示的 1000cd/m^2 附近，发光元件 G 的驱动电压 (3.0V) 比较发光元件 b 的驱动电压 (3.2V) 低。发光元件 G 的色度与比较发光元件 b 的色度大致相同。发光元件 G 的电流效率与比较发光元件 b 的电流效率大致相同。发光元件 G 的外部量子效率与比较发光元件 b 的外部量子效率大致相同。

[0273] 有上述结果可知：利用第二层可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0274] 实施例 3

[0275] 在本实施例中，对本发明的一个方式的发光元件进行说明。在本实施例中制造发光元件 H 及比较发光元件 c，并对发光元件 H 及比较发光元件 c 的电压 - 电流密度特性进行比较。通过该比较可知：发光元件 H 的驱动电压低于比较发光元件 c 的驱动电压，并且对此设置在发光元件 H 的第二层具有显著的效果。

[0276] 在发光元件 H 中作为第二层使用 CuPc，在比较发光元件 c 中不设置第二层。

[0277] 在发光元件 H 及比较发光元件 c 中，作为阴极使用含有氧化硅的铟锡氧化物，作为阳极使用铝，作为第一层使用 NPB 和氧化钼，并且作为第三层使用 BPhen 和 Li。在 EL 层中，使用 NPB 和氧化钼作为第五层，使用 NPB 作为空穴传输层，使用 CzPA 和 2PCAPA 作为发光层，并使用 Alq 作为第四层。由于本实施例中使用的材料的结构式已在实施例 1 中示出，所以省略。

[0278] (发光元件 H 及比较发光元件 c 的制造)

[0279] 首先，利用溅射法在玻璃衬底上以 110nm 的膜厚形成包含硅或氧化硅的铟锡氧化物膜来形成阴极 (电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0280] 接着，将形成有阴极的玻璃衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的成膜室内的衬底支架上，使形成有阴极的面朝下，并且减压到约 10^{-4}Pa 左右，然后通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯 (简称：NPB) 和受主物质的氧化钼 (VI)，形成第一层。该薄膜的厚度为 60nm，NPB 和氧化钼 (VI) 之间的质量比被调节为 4 : 1 (= NPB : 氧化钼)。此外，共蒸镀法是一种蒸镀法，其中在一个加工室中从多个蒸发源同时进

行蒸镀。

[0281] 接着通过利用电阻加热的蒸镀法以 2nm 左右的膜厚形成 CuPc 来形成第二层。在发光元件 H 中形成 CuPc, 在比较发光元件 c 中不形成第二层。

[0282] 接下来, 通过共蒸镀 BPhen 和 Li 形成第三层。将其厚度设定为 10nm 并将以 BPhen 与 Li 的质量比为 1 : 0.02 (= BPhen : Li) 的方式对其比率进行了调节。

[0283] 接着, 通过利用电阻加热的蒸镀法以 10nm 的膜厚形成三 (8- 羟基喹啉合) 铝 (简称 :Alq), 来形成第四层。

[0284] 接着, 通过以 CzPA : 2PCAPA = 1 : 0.05 的方式共蒸镀 9-[4-(10- 苯基 -9- 蒽基) 苯基]-9H- 咔唑 (简称 :CzPA) 和 N-(9,10- 二苯基 -2- 蒽基)-N,9- 二苯基 -9H- 咔唑 -3- 胺 (简称 :2PCAPA) 来形成发光层。CzPA 是具有电子传输性的物质, 而 2PCAPA 是呈现绿色发光的物质。该发光层的厚度是 30nm。

[0285] 接着, 通过使用电阻加热的蒸镀法形成 10nm 厚的 NPB 来形成空穴传输层。

[0286] 然后, 通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'- 双 [N-(1- 萘基)-N- 苯基氨基] 联苯 (简称 :NPB) 和受主物质的氧化钼 (VI), 形成第五层。该薄膜的厚度为 30nm, NPB 和氧化钼 (VI) 之间的质量比被调节为 4 : 1 (= NPB : 氧化钼)。

[0287] 接着, 以 200nm 的膜厚形成铝膜来形成阳极, 以制造发光元件 H 及比较发光元件 c。

[0288] 下面在表 5 中示出发光元件 H 与比较发光元件 c 的元件结构的一部分。发光元件 H 相当于实施方式 1、2、4 及 5 所示的发光元件。另外, 由于所有元件的阳极、第五层、空穴传输层、发光层、第四层的结构都相同, 所以省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0289] [表 5]

[0290]

	阴极	第一层	第二层	第三层	*	阳极
发光元件 H	NITO (110nm)	NPB:MoO _x (4:1, 60nm)	CuPc (2nm)	BPhen:Li (1:0.02, 10nm)	**	Al (200nm)
比较发光元件 c			-			

[0291] * 省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0292] ** 省略材料及膜厚度的记载。

[0293] 以不暴露于大气的方式将通过上述方法获得的发光元件 H 及比较发光元件 c 密封在氮气氛的手套箱内, 然后对上述发光元件的工作特性进行测定。该测定在室温下 (在维持 25℃的气氛下) 进行。注意, 在所有发光元件中都能在波长 520nm 附近获得来自发光物质 2PCAPA 的绿色发光。

[0294] 图 16 示出发光元件 H 及比较发光元件 c 的电压 - 电流密度特性。另外, 下面使用表 6 示出 1000cd/m²附近的各元件的主要初期特性值。

[0295] [表 6]

[0296]

	电 压 (V)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	外 部 量 子 效 率 (%)
发光元件 H	4.4	(0.24, 0.60)	15	4.8
比较发光元件 c	4.6	(0.24, 0.61)	15	5.0

[0297] 由图 16 可知:作为发光元件 H,与比较发光元件 c 相比,通过利用第二层,可以在相同的电压下得到更高的电流密度。

[0298] 在表 6 所示的 1000cd/m^2 附近,发光元件 H 的驱动电压 (4.4V) 比较发光元件 c 的驱动电压 (4.6V) 低。发光元件 H 的色度与比较发光元件 c 的色度大致相同。发光元件 H 的电流效率与比较发光元件 c 的电流效率大致相同。发光元件 H 的外部量子效率与比较发光元件 c 的外部量子效率大致相同。

[0299] 有上述结果可知:利用第二层可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

[0300] 实施例 4

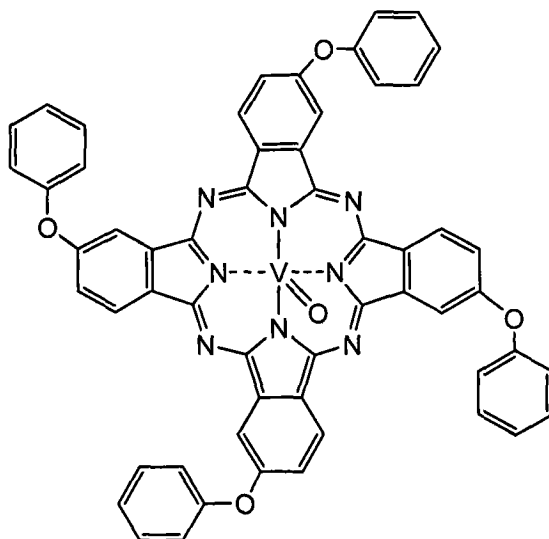
[0301] 在本实施例中,对本发明的一个方式的发光元件进行说明。在本实施例中制造发光元件 I 及比较发光元件 d,并对发光元件 I 及比较发光元件 d 的电压-亮度特性及电压-电流密度特性进行比较。通过该比较可知:发光元件 I 的驱动电压低于比较发光元件 d 的驱动电压,并且对此设置在发光元件 I 的第二层具有显著的效果。

[0302] 在发光元件 I 中作为第二层使用 PhO-VOPc,在比较发光元件 d 中不设置第二层。

[0303] 在发光元件 I 及比较发光元件 d 中,作为阳极使用含有氧化硅的铟锡氧化物,作为阴极使用铝,作为第一层使用 NPB 和氧化钼,并且作为第三层使用氧化锂 (Li_2O)。在 EL 层中,使用 NPB 和氧化钼作为第五层,使用 NPB 作为空穴传输层,使用 CzPA 和 2PCAPA 作为发光层,并使用 Alq 和 BPhen 作为第四层。以下示出本实施例使用的材料的结构式。另外,省略实施例 1 中使用的材料的结构式。

[0304] [化 6]

[0305]



PhO-VOPc

[0306] (发光元件 I 及比较发光元件 d 的制造)

[0307] 首先,利用溅射法在玻璃衬底上以 110nm 的膜厚形成包含硅或氧化硅的铟锡氧化物膜来形成阳极(电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0308] 接着,将形成有阳极的玻璃衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的成膜室内的衬底支架上,使形成有阳极的面朝下,并且减压到约 10^{-4}Pa 左右,然后通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和受主物质的氧化钼(VI),形成第五层。该薄膜的厚度为 50nm, NPB 和氧化钼(VI)之间的质量比被调节为 4:1(= NPB:氧化钼)。此外,共蒸镀法是一种蒸镀法,其中在一个加工室中从多个蒸发源同时进行蒸镀。

[0309] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法形成 10nm 厚的 NPB 来形成空穴传输层。

[0310] 接着,通过以 CzPA:2PCAPA = 1:0.05 的方式共蒸镀 9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)来形成发光层。CzPA 是具有电子传输性的物质,而 2PCAPA 是呈现绿色发光的物质。该发光层的厚度是 30nm。

[0311] 接着,通过利用电阻加热的蒸镀法以 10nm 的膜厚形成三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq)膜,接着同样地通过利用电阻加热的蒸镀法以 10nm 的膜厚形成红菲绕啉(简称:BPhen)膜,来形成第四层。

[0312] 接着,通过利用电阻加热的蒸镀法以 0.1nm 左右的膜厚形成氧化锂(Li_2O)膜,以形成第三层。

[0313] 接着通过利用电阻加热的蒸镀法以 3nm 左右的膜厚形成 PhO-VOPc 来形成第二层。在发光元件 I 中形成 PhO-VOPc,在比较发光元件 d 中不形成第二层。

[0314] 然后,通过共蒸镀高空穴传输性物质的 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和受主物质的氧化钼(VI),形成第一层。该薄膜的厚度为 20nm, NPB 和氧化钼(VI)之间的质量比被调节为 4:1(= NPB:氧化钼)。

[0315] 接着,以 200nm 的膜厚形成铝膜来形成阴极,以制造发光元件 I 及比较发光元件 d。

[0316] 下面在表 7 中示出发光元件 I 与比较发光元件 d 的元件结构的一部分。发光元件

I 相当于实施方式 1、2、4 及 5 所示的发光元件。另外,由于所有元件的阳极、第五层、空穴传输层、发光层、第四层的结构都相同,所以省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0317] [表 7]

[0318]

	阳极	*	第三层	第二层	第一层	阴极
发光元件 I	NITO (110nm)	**	Li ₂ O (0.1nm)	PhO-V OPc (3nm)	NPB:MoO _x (4:1, 20nm)	Al (200nm)
比较发光元件 d				—		

[0319] * 省略第五层、空穴传输层、发光层及第四层。

[0320] ** 省略材料及膜厚度的记载。

[0321] 以不暴露于大气的方式将通过上述方法获得的发光元件 I 及比较发光元件 d 密封在氮气氛的手套箱内,然后对上述发光元件的工作特性进行测定。该测定在室温下(在维持 25℃的气氛下)进行。注意,在所有发光元件中都能在波长 520nm 附近获得来自发光物质 2PCAPA 的绿色发光。

[0322] 图 17 示出发光元件 I 及比较发光元件 d 的电压-亮度特性,图 18 示出电压-电流密度特性。另外,下面使用表 8 示出 1000cd/m²附近的各元件的主要初期特性值。

[0323] [表 8]

[0324]

	电 压 (V)	色度(x, y)	电 流 效 率 (cd/A)	外 部 量 子 效 率 (%)
发光元件 I	4.0	(0.28, 0.58)	10	3.3
比较发光元件 d	4.6	(0.27, 0.58)	11	3.3

[0325] 由图 17 可知:作为发光元件 I,与比较发光元件 d 相比,通过利用第二层,可以在相同的电压下得到更高的亮度。

[0326] 由图 18 所示的电压-电流密度特性也可知:发光元件 I 与比较发光元件 d 相比,可以在相同的电压下实现更高的电流密度。

[0327] 在表 8 所示的 1000cd/m²附近,发光元件 I 的驱动电压(4.0V) 比比较发光元件 d 的驱动电压(4.6V) 低。发光元件 I 的色度与比较发光元件 d 的色度大致相同。发光元件 I 的电流效率与比较发光元件 d 的电流效率大致相同。发光元件 I 的外部量子效率与比较发光元件 d 的外部量子效率大致相同。

[0328] 有上述结果可知:利用第二层可以抑制发光元件的驱动电压的上升。

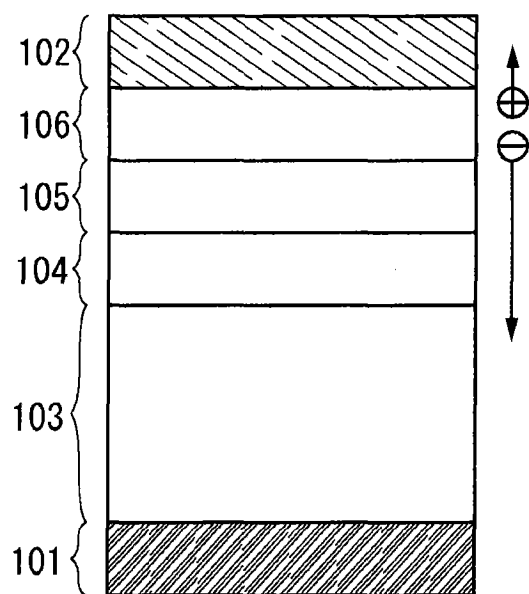


图 1A

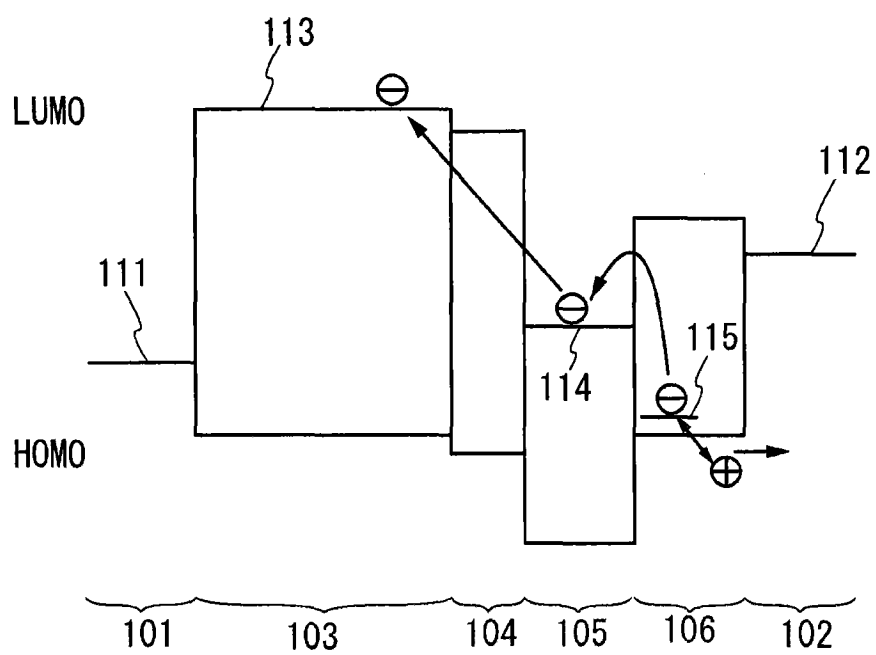


图 1B

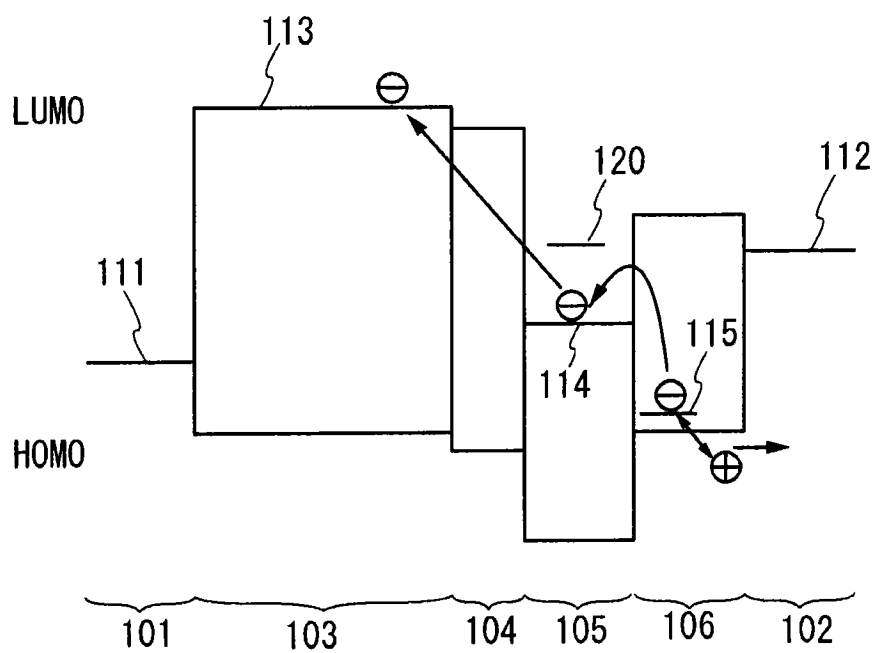


图 2

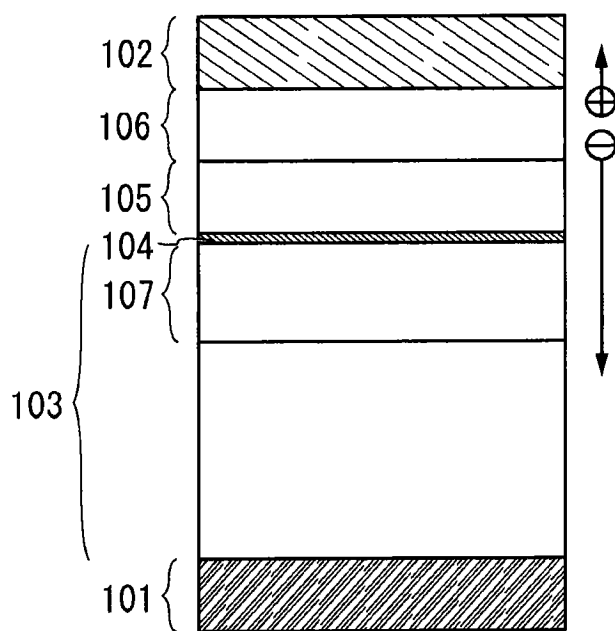


图 3A

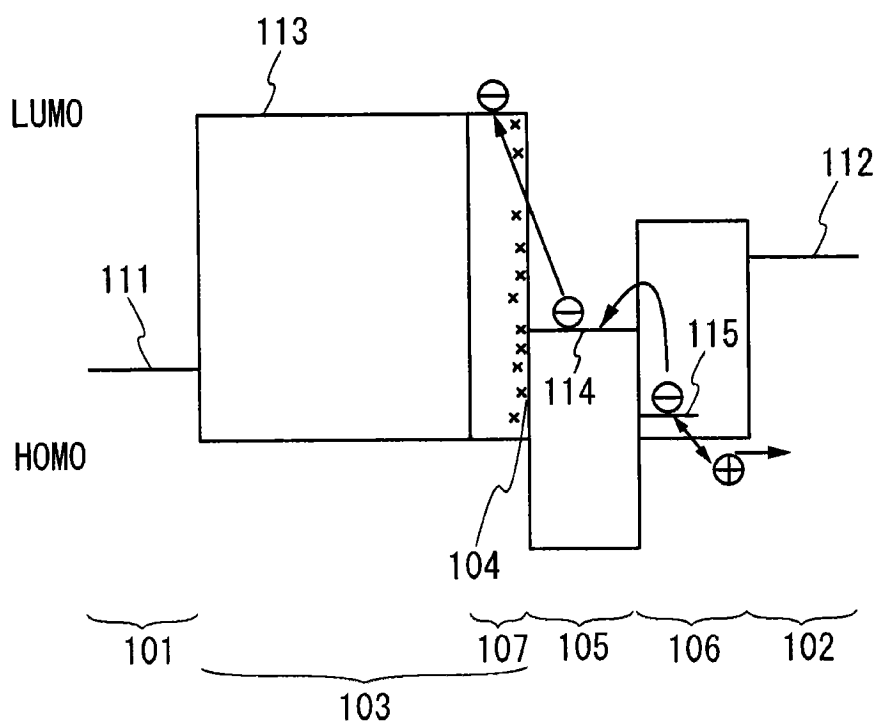


图 3B

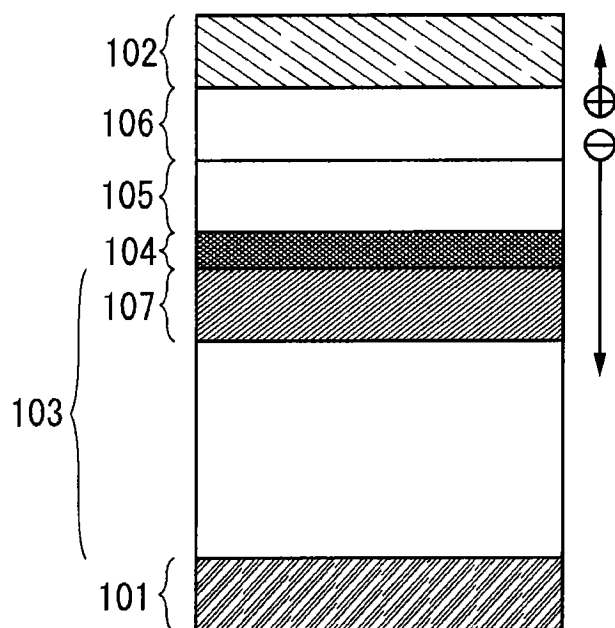


图 4A

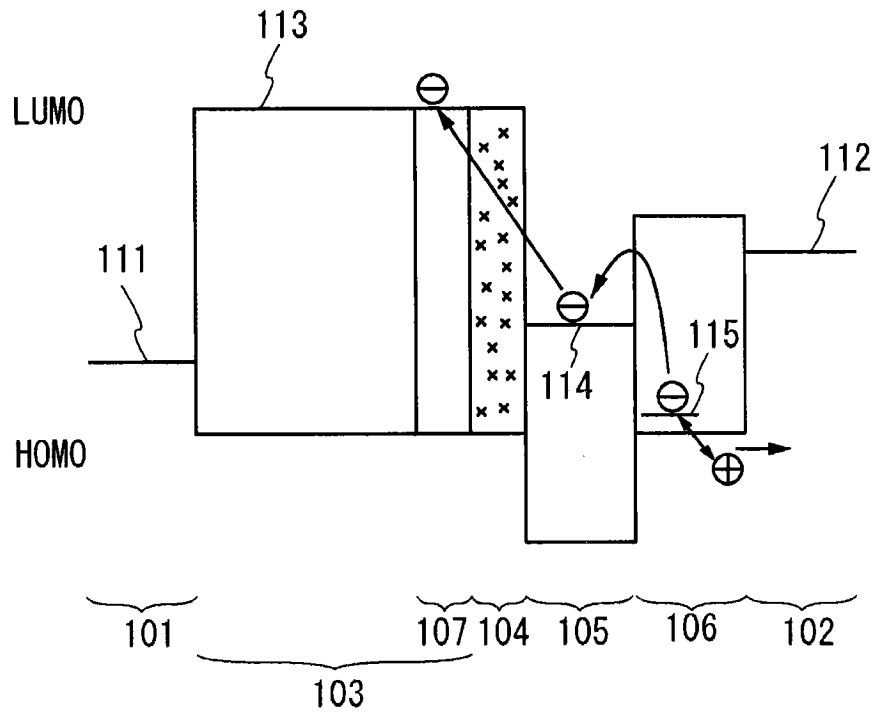


图 4B

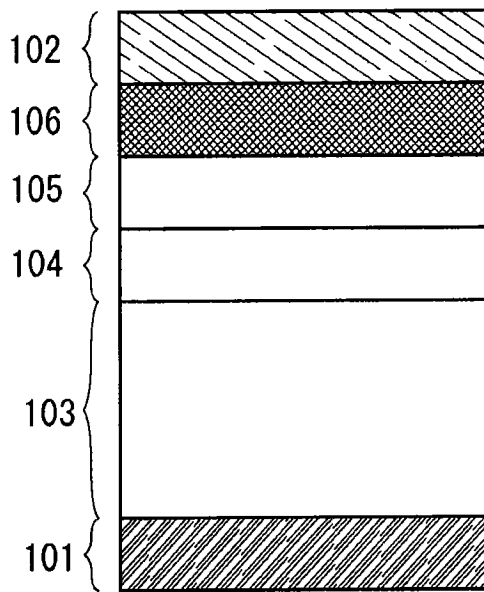


图 5A

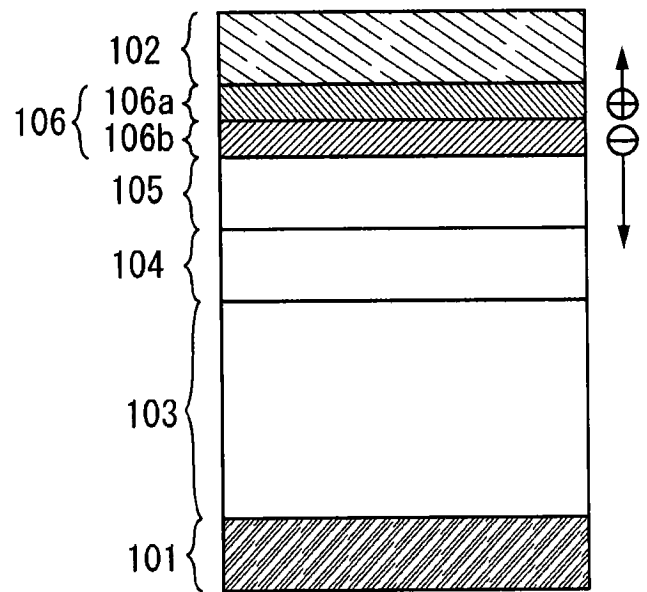


图 5B

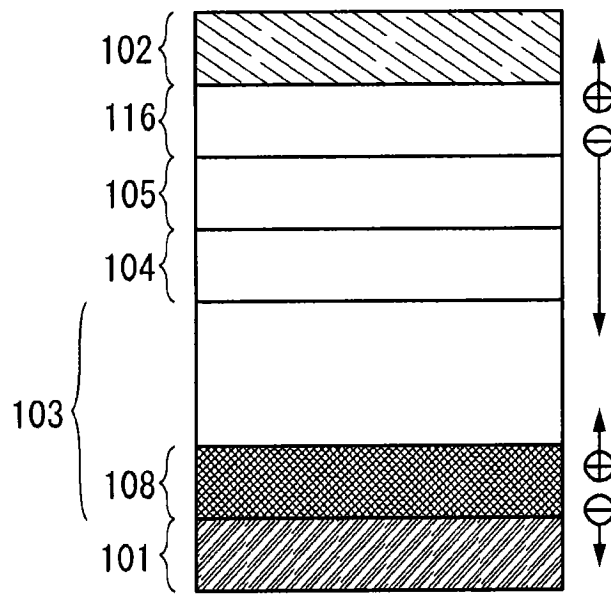


图 6A

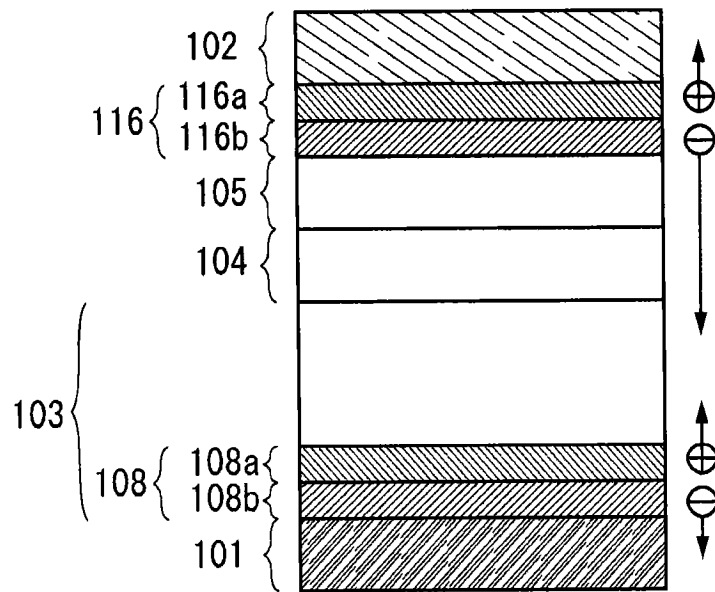


图 6B

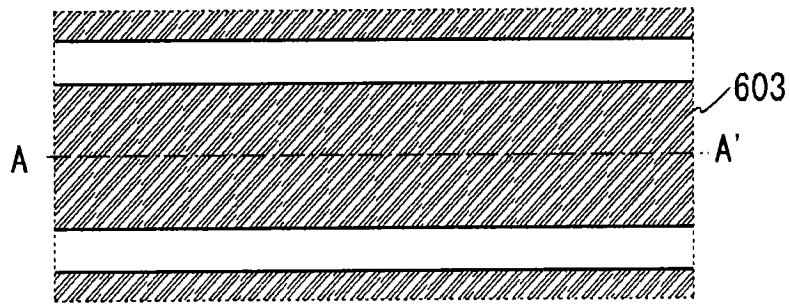


图 7A

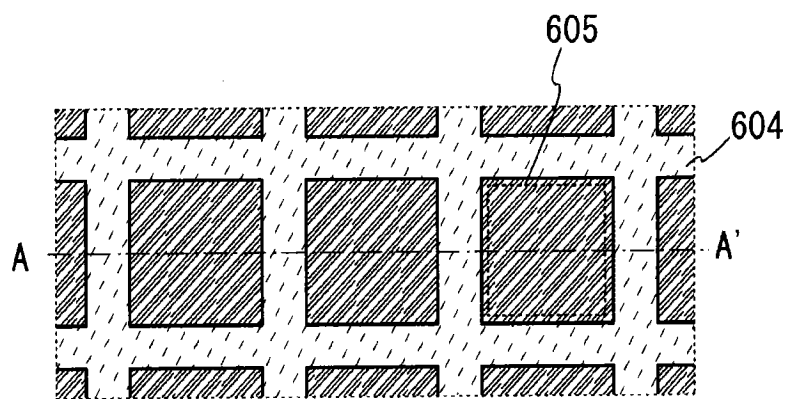


图 7B

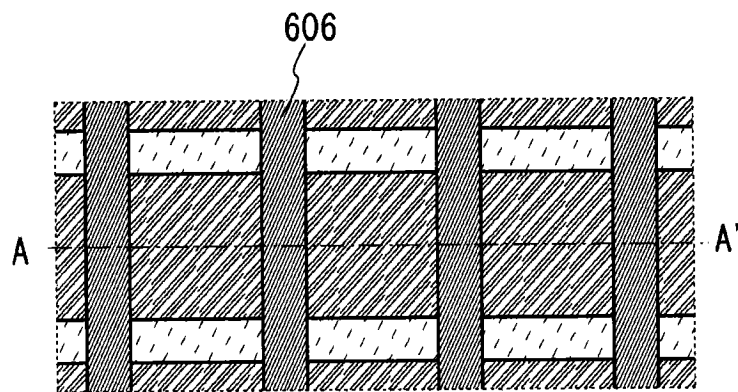


图 7C

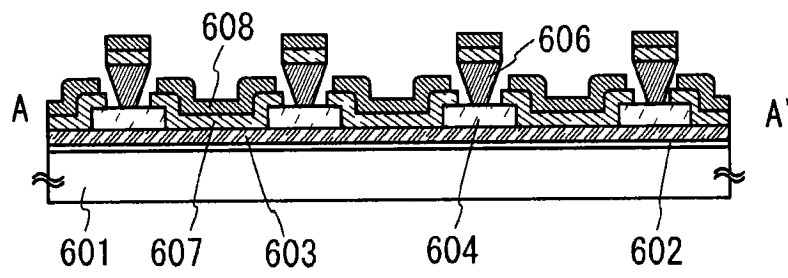


图 7D

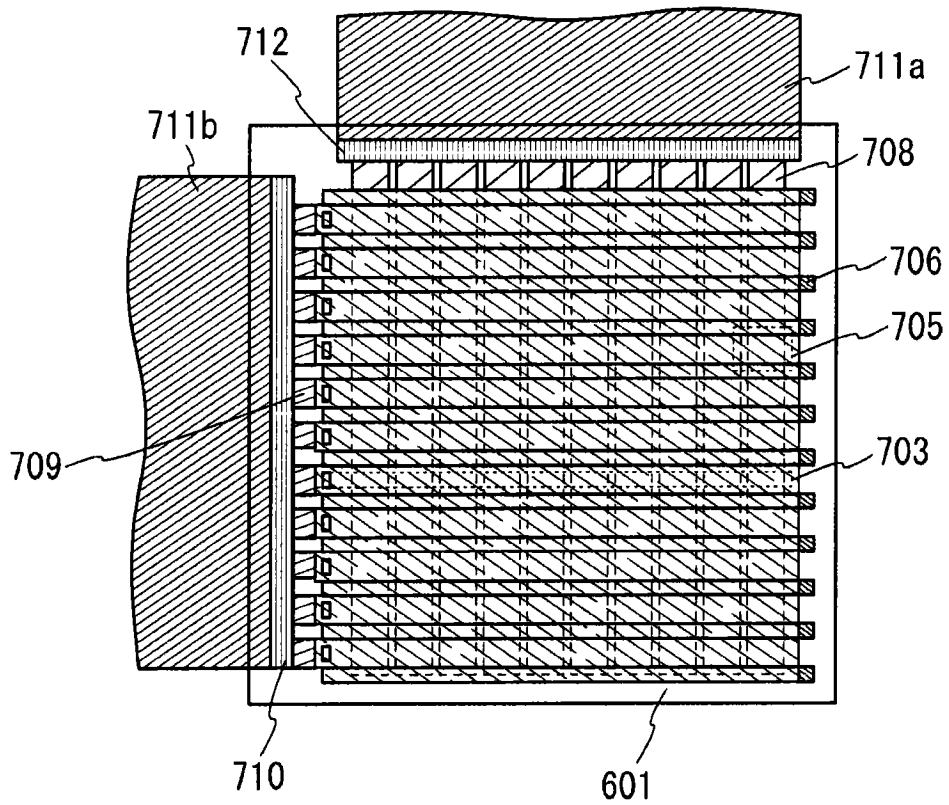


图 8

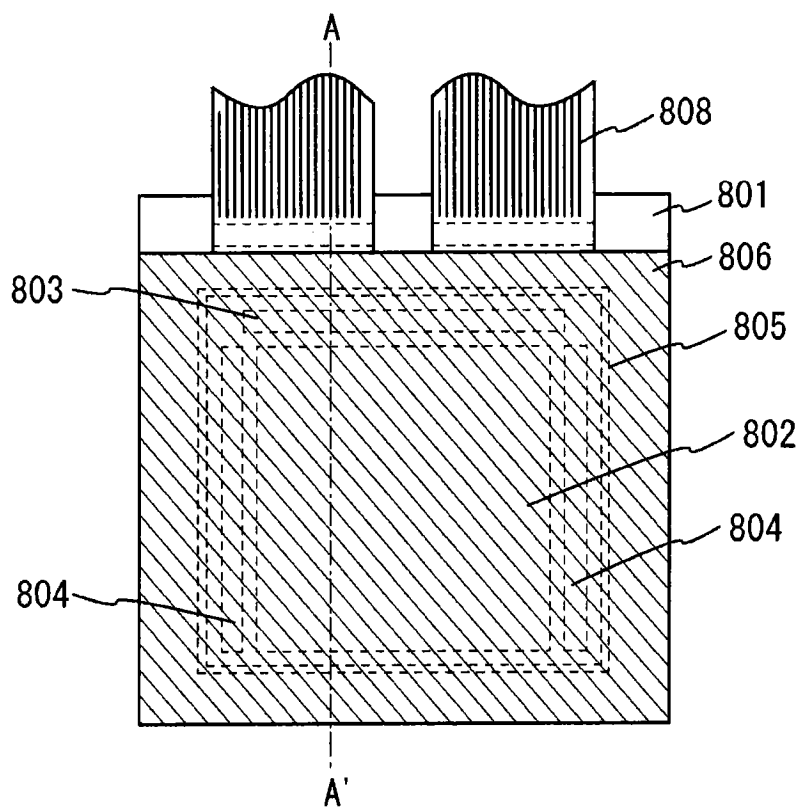


图 9A

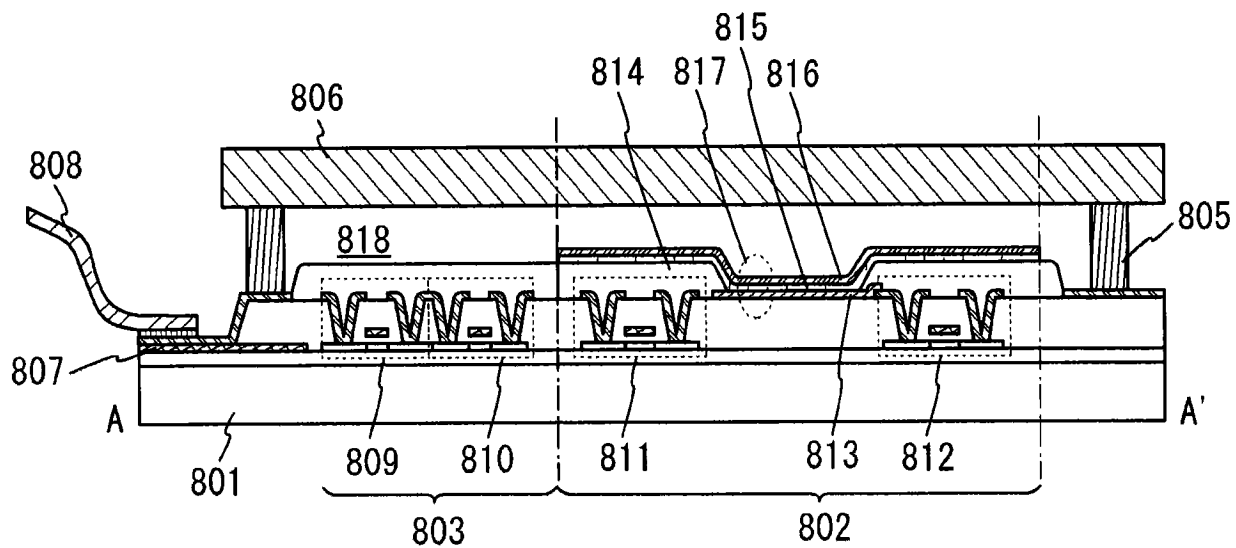


图 9B

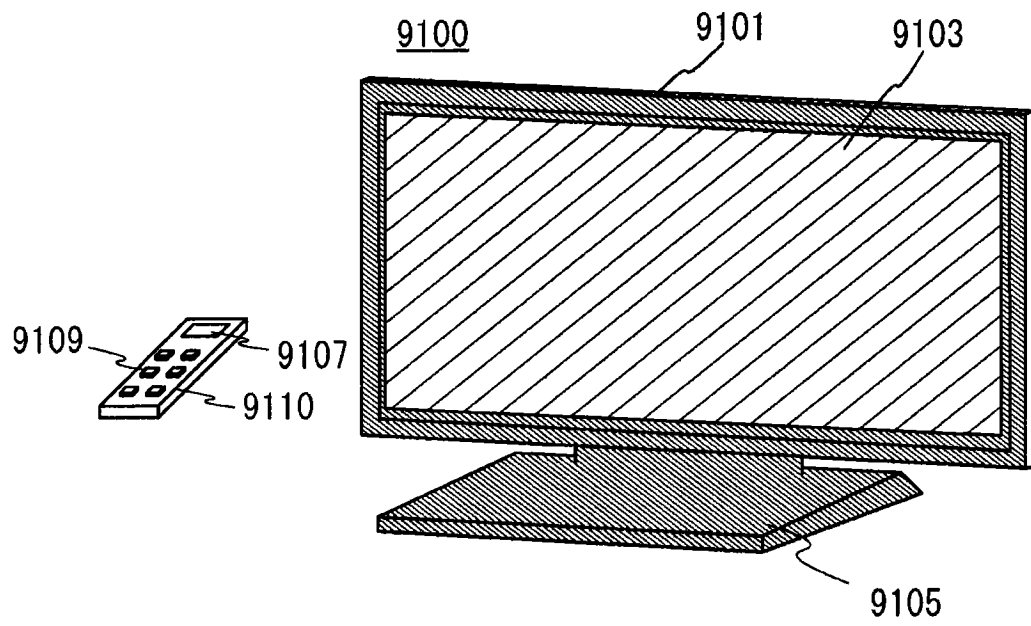


图 10A

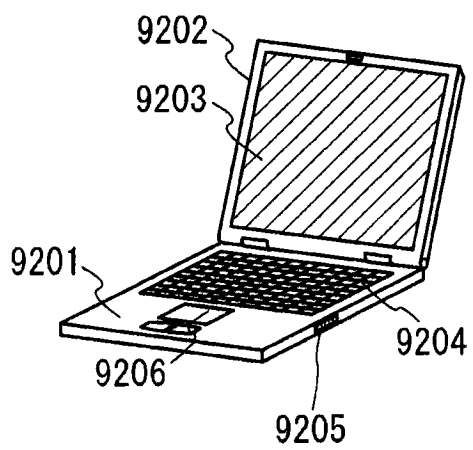


图 10B

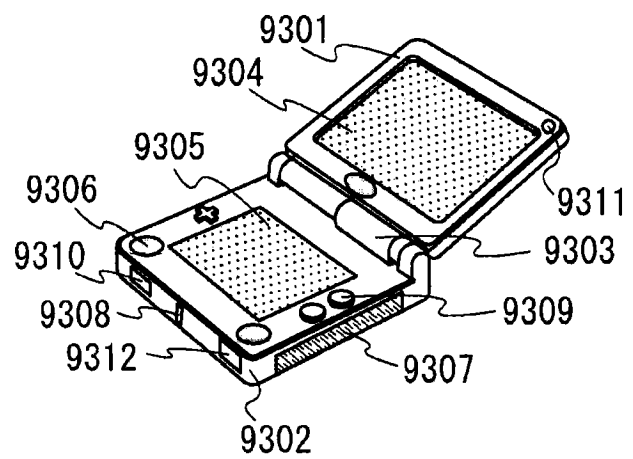


图 10C

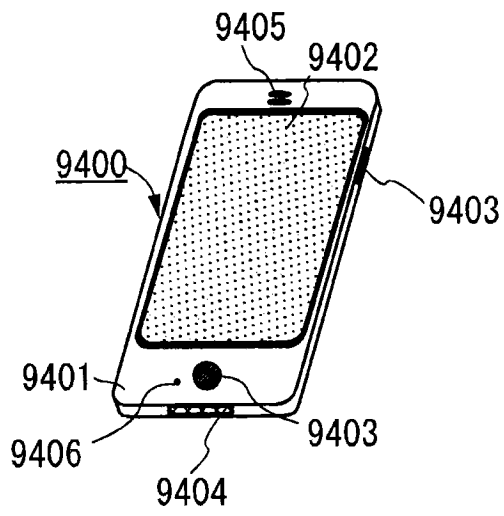


图 10D

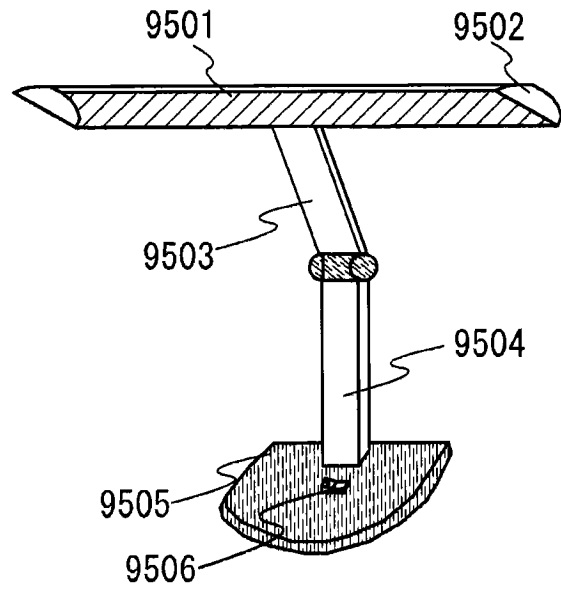


图 10E

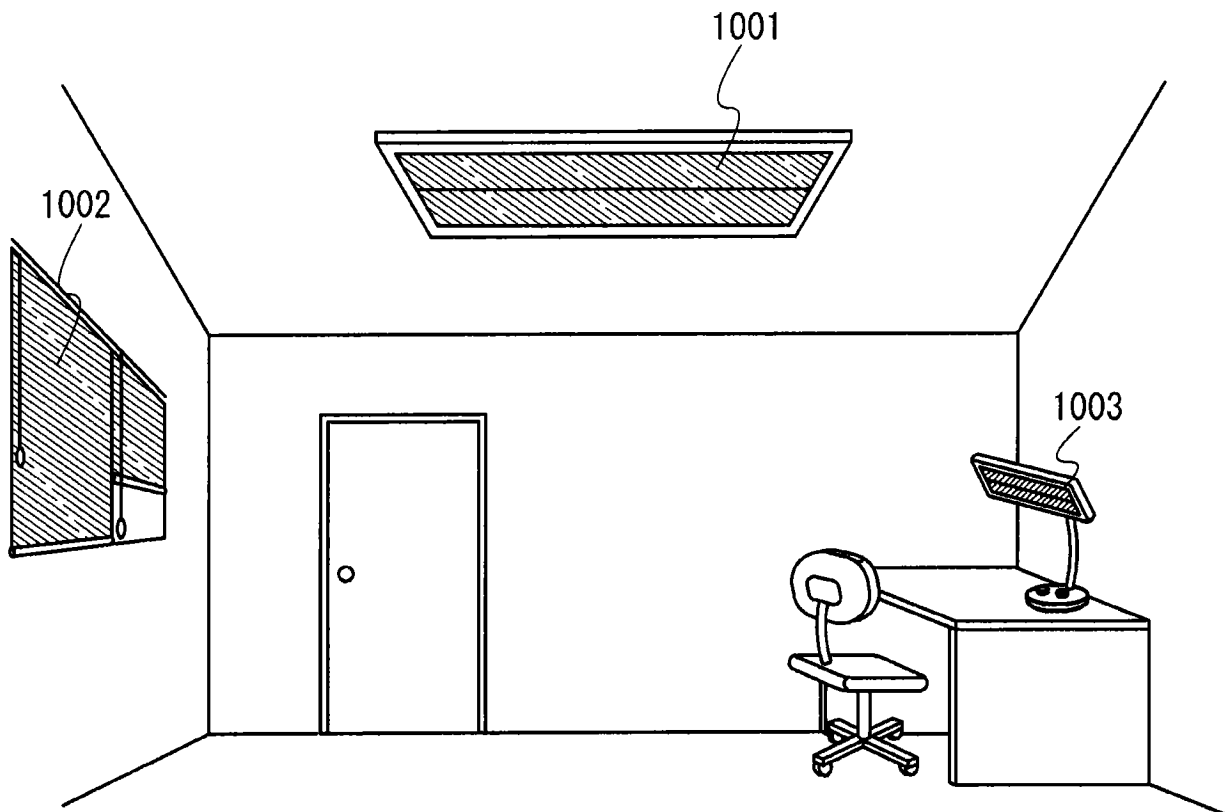


图 11

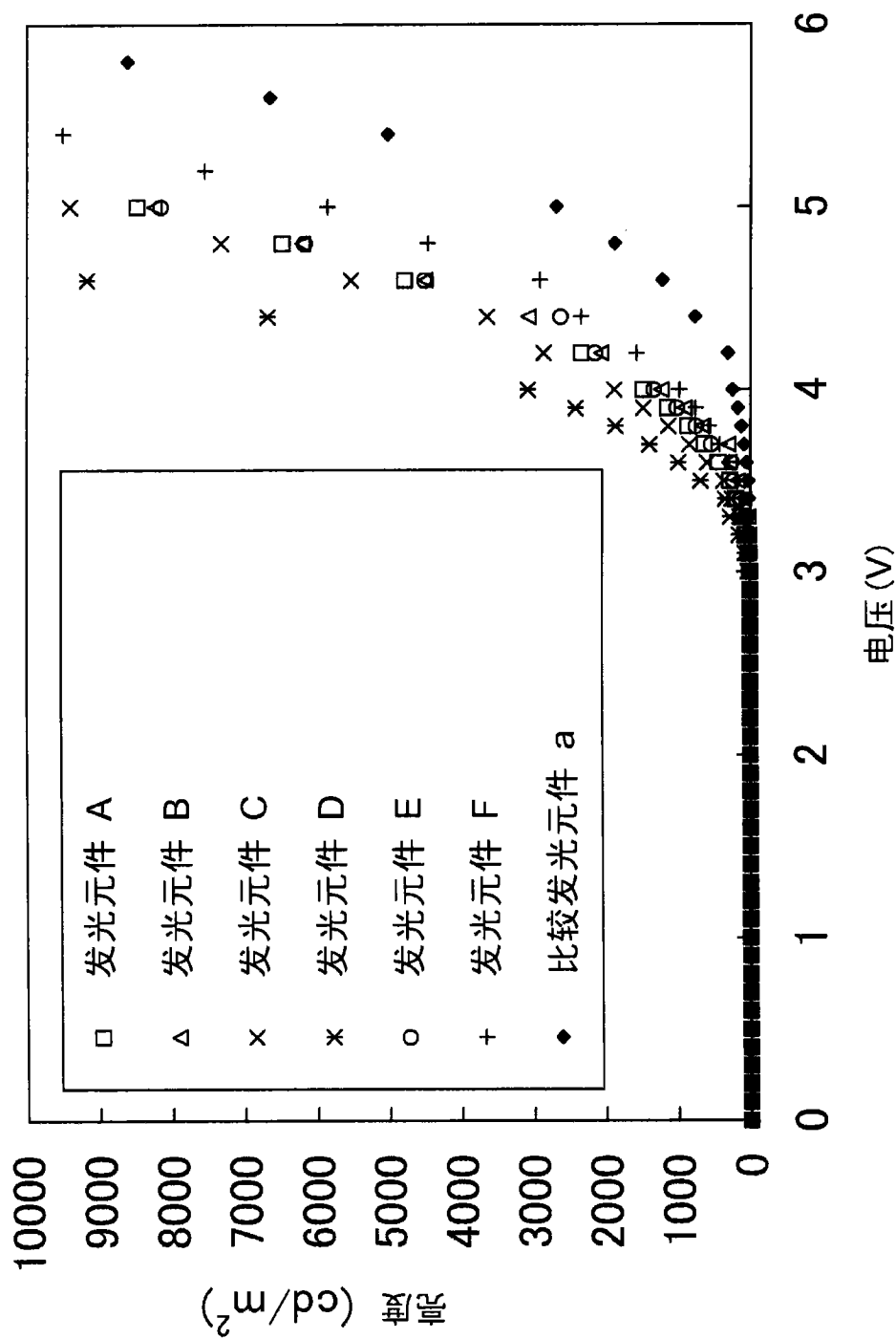


图 12

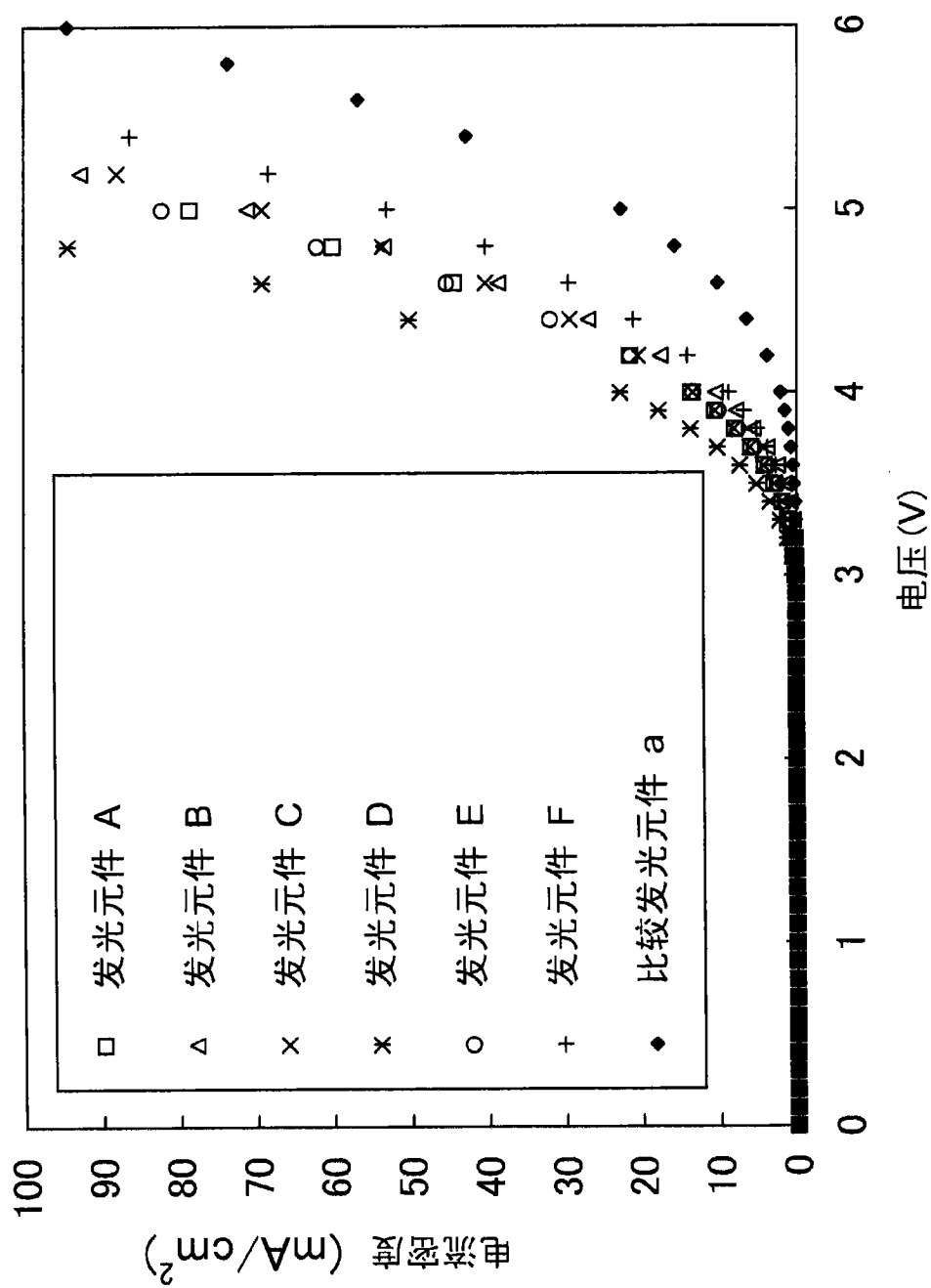


图 13

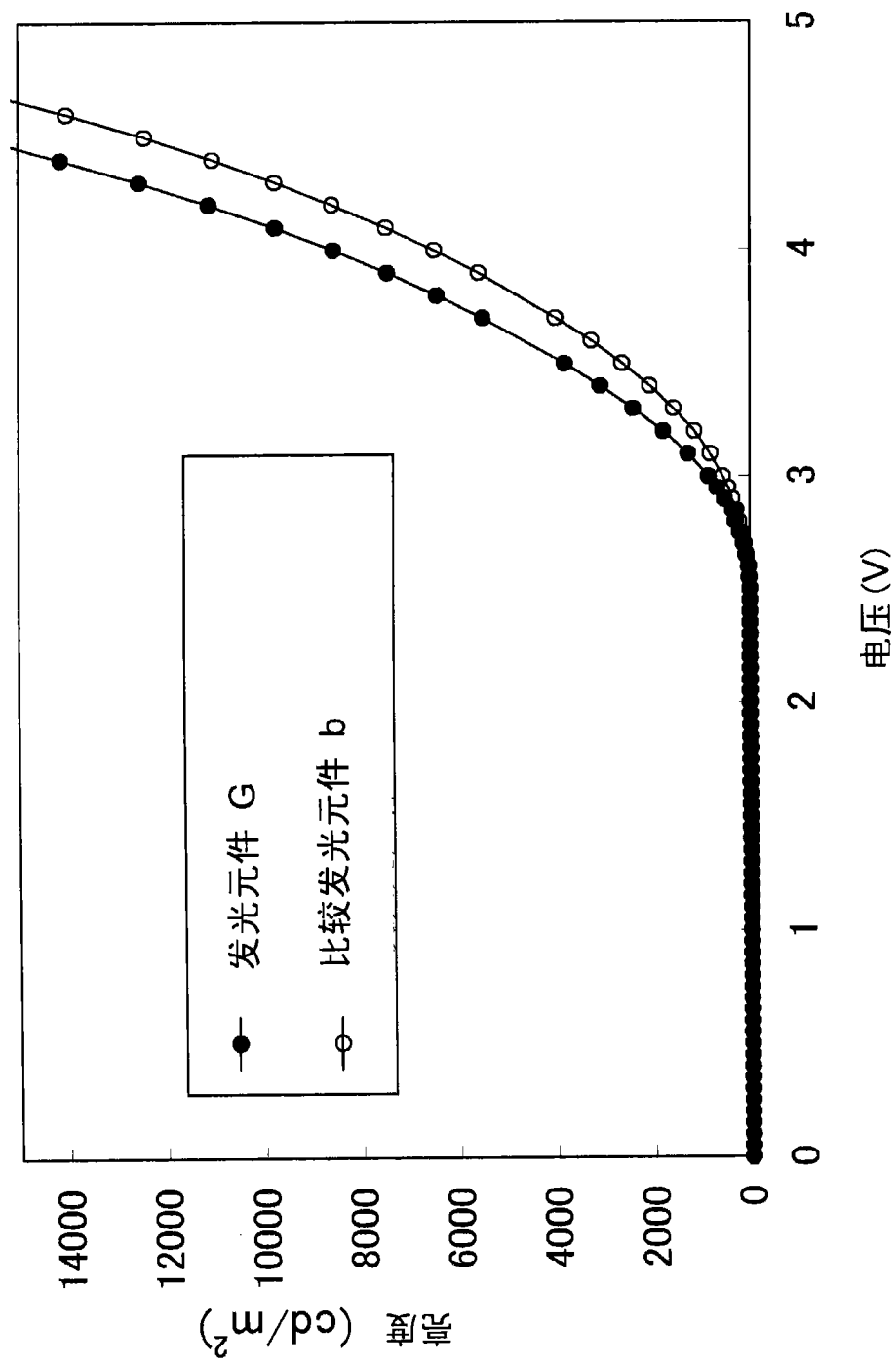


图 14

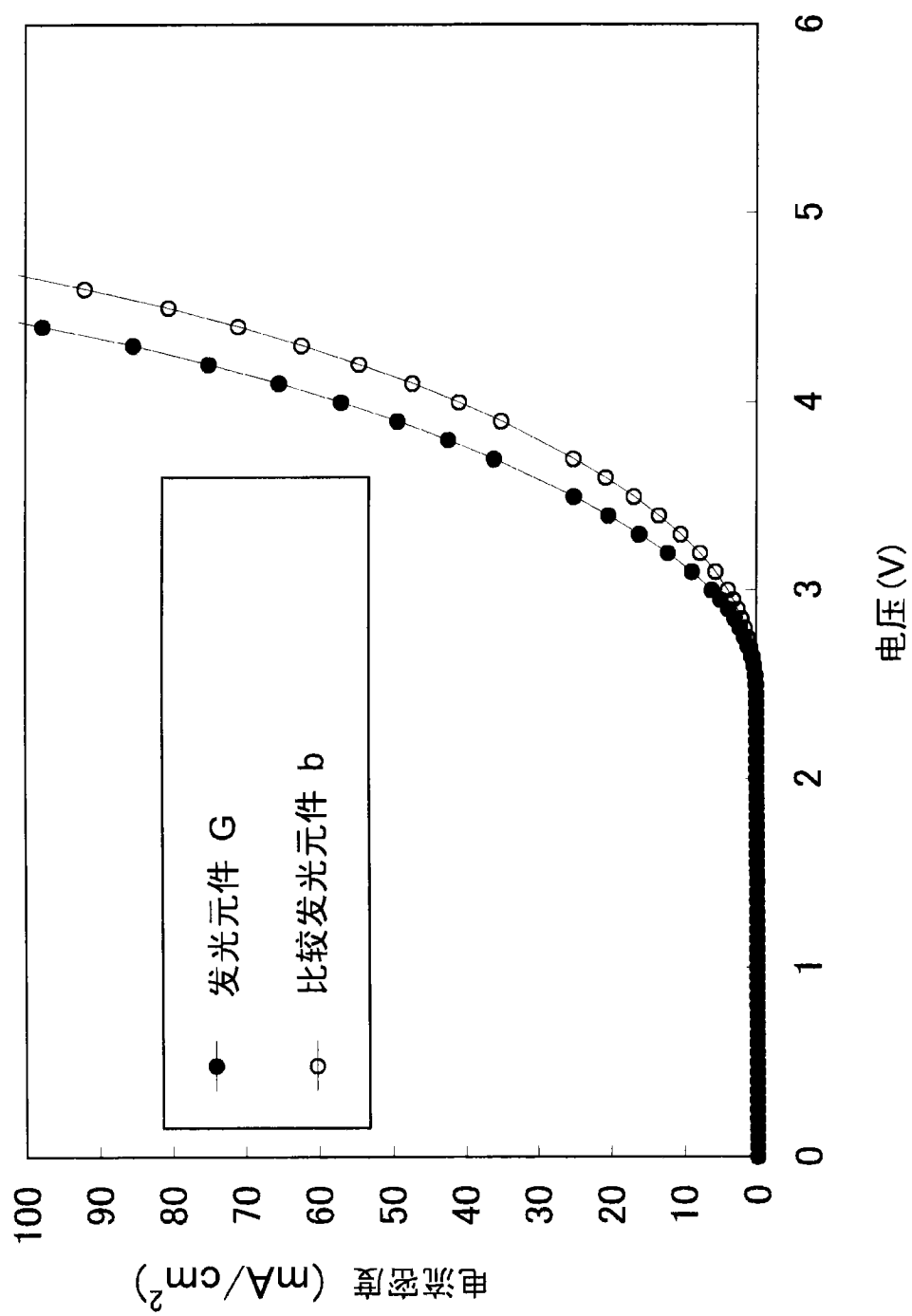


图 15

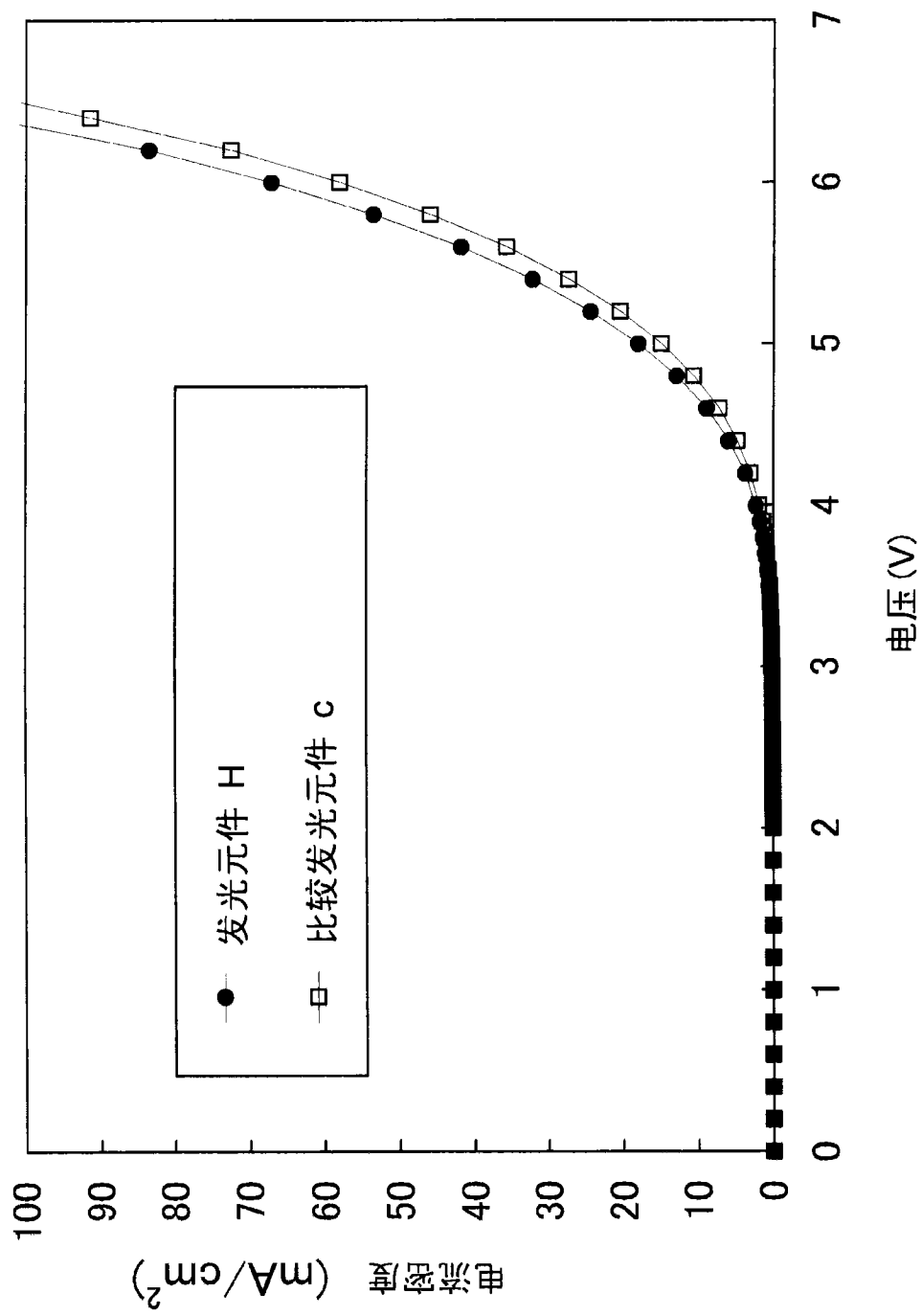


图 16

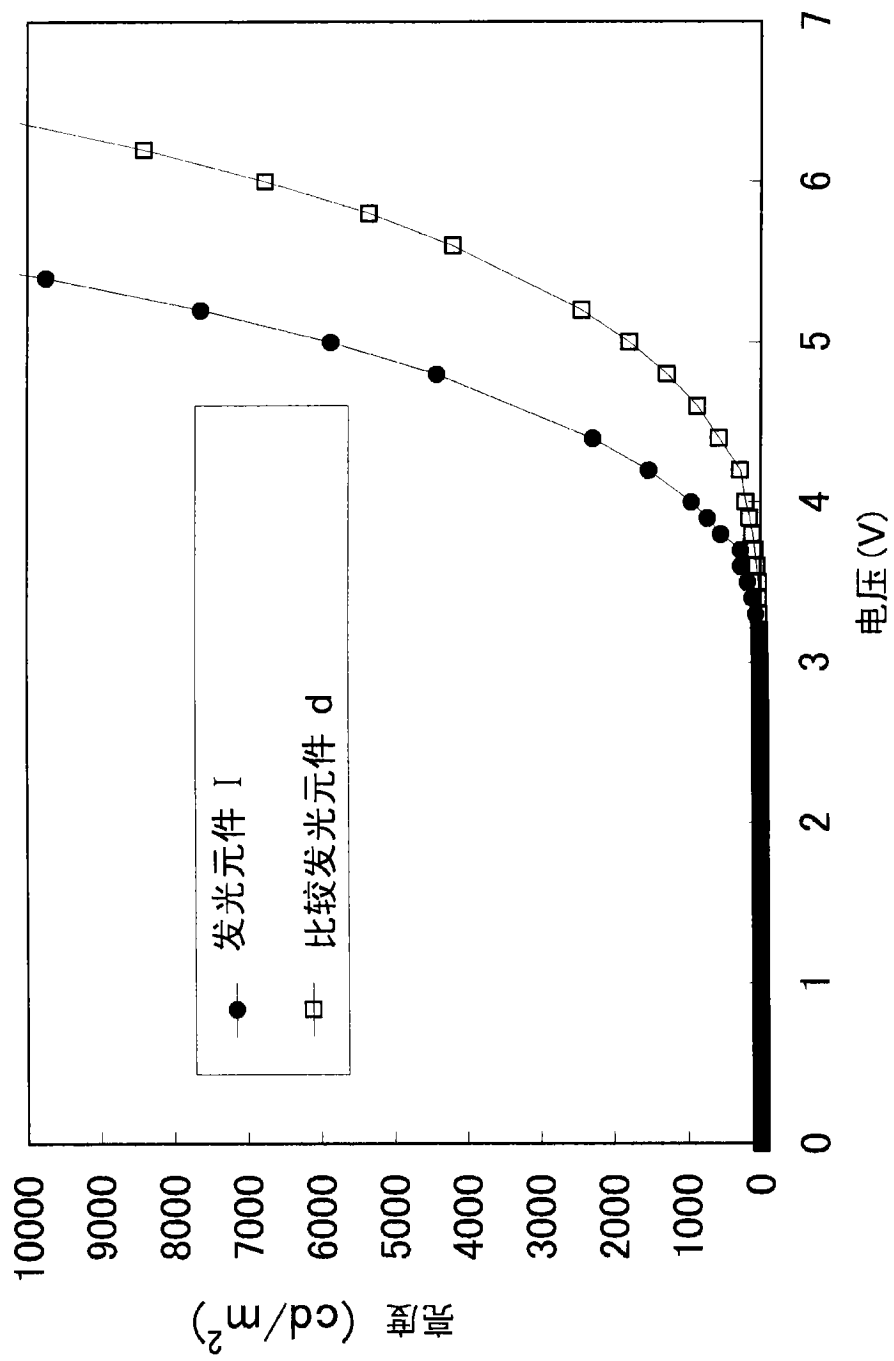


图 17

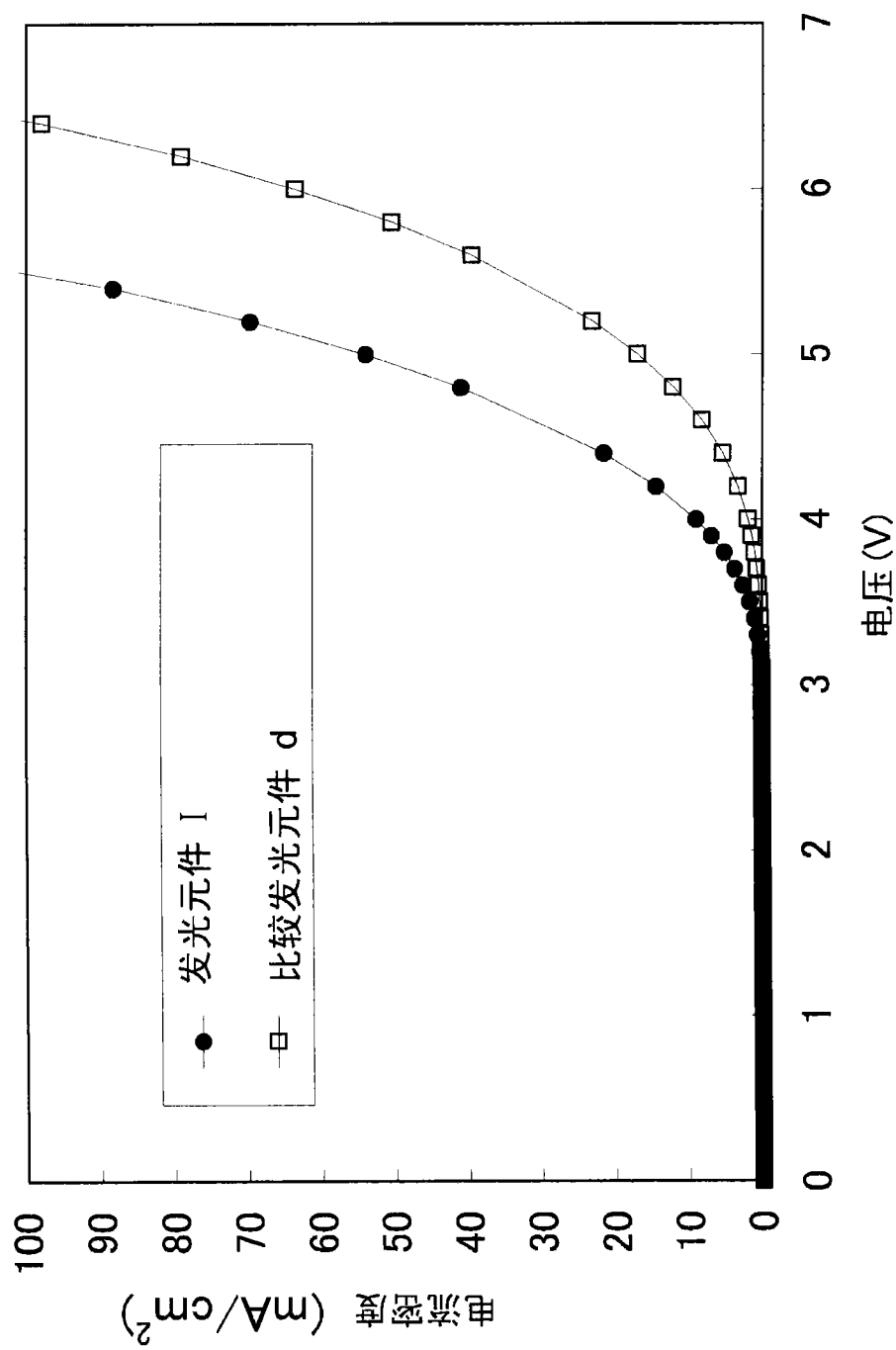


图 18