

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 51/50 (2006.01)
H01L 51/54 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910145408.7

[43] 公开日 2009 年 10 月 21 日

[11] 公开号 CN 101562236A

[22] 申请日 2005.8.4

[21] 申请号 200910145408.7

分案原申请号 200510088559.5

[30] 优先权

[32] 2004.8.4 [33] JP [31] 2004-227734

[71] 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

[72] 发明人 熊木大介 濑尾哲史

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 林毅斌 孙秀武

权利要求书 4 页 说明书 35 页 附图 23 页

[54] 发明名称

发光元件、显示器件及电子器具

[57] 摘要

本发明提供一种具有驱动电压比较低的结构的发光元件和驱动电压随时间升高少的发光元件。另外,本发明提供一种驱动电压和驱动电压随时间升高小并且可耐长期使用的显示器件。发光元件中接触电极的层是含 P-型半导体的层或空穴发生层,例如,含具有电子接受性质的材料的有机化合物层。发光层被夹在空穴发生层之间,并且电子发生层被夹在发光层与阳极侧空穴发生层之间。

1. 一种发光元件，包含：

阳极和阴极；

第一层，介于阳极与阴极之间，所述第一层产生空穴；

第二层，介于第一层与阴极之间，所述第二层产生空穴；

第三层，介于第一层与第二层之间，所述第三层包括发光材料；以及

第四层，介于第二层和第三层之间，所述第四层产生电子；

其中所述第一层和第二层包含氧化钒、氧化钼、氧化钴和氧化镍中的一种；

其中所述发光元件提供于塑料基材上。

2. 权利要求 1 的发光元件，其中所述第一层与所述阳极接触。

3. 权利要求 1 的发光元件，其中所述第二层与所述阴极接触。

4. 一种发光元件，包含：

阳极和阴极；

第一层，介于阳极与阴极之间，所述第一层包括第一 P-型半导体金属氧化物；

第二层，介于第一层与阴极之间，所述第二层包括第二 P-型半导体金属氧化物；

第三层，介于第一层与第二层之间，所述第三层包括发光材料；以及

第四层，介于第二层和第三层之间，所述第四层包括 N-型半导体材料；

其中所述发光元件提供于塑料基材上。

5. 权利要求 4 的发光元件，其中所述第一层与所述阳极接

触。

6. 权利要求 4 的发光元件，其中所述第二层与所述阴极接触。

7. 权利要求 4 的发光元件，其中所述第一 P-型半导体金属氧化物和第二 P-型半导体金属氧化物各自为至少一种选自氧化钒、氧化钼、氧化钴和氧化镍的化合物。

8. 权利要求 4 的发光元件，其中所述 N-型半导体材料为 N-型半导体金属氧化物。

9. 权利要求 4 的发光元件，其中所述 N-型半导体材料是至少一种选自氧化锌、硫化锌、硒化锌和氧化钛的化合物。

10. 一种发光元件，包含：

阳极和阴极；

第一层，介于阳极与阴极之间，所述第一层包括 P-型半导体金属氧化物；

第二层，介于第一层与阴极之间，所述第二层包括 P-型半导体金属氧化物；

第三层，介于第一层与第二层之间，所述第三层包括发光材料；以及

第四层，介于第二层和第三层之间，所述第四层包括 N-型半导体材料；

其中所述发光元件提供于塑料基材上。

11. 权利要求 10 的发光元件，其中所述第一层与所述阳极接触。

12. 权利要求 10 的发光元件，其中所述第二层与所述阴极接触。

13. 权利要求 10 的发光元件，其中所述 P-型半导体金属氧化物为至少一种选自氧化钒、氧化钼、氧化钴和氧化镍的化合物。

14. 权利要求 10 的发光元件，其中所述 N-型半导体材料为

N-型半导体金属氧化物。

15. 权利要求 10 的发光元件，其中所述 N-型半导体材料是至少一种选自氧化锌、硫化锌、硒化锌和氧化钛的化合物。

16. 一种发光元件，包含：

阳极和阴极；

第一层，介于阳极与阴极之间，所述第一层包括具有空穴传输性质的第一有机化合物和具有对第一有机化合物而言电子接受性质的第一材料；

第二层，介于第一层与阴极之间，所述第二层包括具有空穴传输性质的第二有机化合物和具有对第二有机化合物而言电子接受性质的第二材料；

第三层，介于第一层与第二层之间，所述第三层包括发光材料；以及

第四层，介于第二层和第三层之间，所述第四层包括具有电子传输性能的第四有机化合物和具有对于第四有机化合物而言给予电子性质的第三材料；

其中所述发光元件提供于塑料基材上。

17. 权利要求 16 的发光元件，其中所述第一层与所述阳极接触。

18. 权利要求 16 的发光元件，其中所述第二层与所述阴极接触。

19. 权利要求 16 的发光元件，其中所述第三材料包括碱金属、碱土金属和稀土金属之一。

20. 权利要求 16 的发光元件，其中所述第一材料和所述第二材料为 P-型金属氧化物。

21. 一种发光元件，包含：

阳极和阴极；

第一层，介于阳极与阴极之间，所述第一层包括具有空穴传

输性质的第一有机化合物和具有对第一有机化合物而言电子接受性质的第一材料;

第二层, 介于第一层与阴极之间, 所述第二层包括具有空穴传输性质的第一有机化合物和具有对第一有机化合物而言电子接受性质的第一材料;

第三层, 介于第一层与第二层之间, 所述第三层包括发光材料; 以及

第四层, 介于第二层和第三层之间, 所述第四层包括具有电子传输性质的第二有机化合物和具有对于第二有机化合物而言给予电子的性质的第二材料;

其中所述发光元件提供于塑料基材上。

22. 权利要求 21 的发光元件, 其中所述第一层与所述阳极接触。

23. 权利要求 21 的发光元件, 其中所述第二层与所述阴极接触。

24. 权利要求 21 的发光元件, 其中所述第二材料包括碱金属、碱土金属和稀土金属之一。

25. 权利要求 21 的发光元件, 其中所述第一材料为 P-型金属氧化物。

发光元件、显示器件及电子器具

本申请是以下申请的分案申请：申请日：2005年8月4日；申请号：200510088559.5；发明名称：“发光元件、显示器件及电子器具”。

技术领域

本发明涉及由两个电极之间夹着含发光材料的薄膜组成并通过施加电流发光的发光元件。再有，本发明涉及采用该发光元件的显示器件和电子器具。

背景技术

采用自发光式，即，当施加电流时本身能发光，的薄膜发光元件的显示器已取得广泛发展。

此种薄膜发光元件通过将电极连接到采用有机化合物和无机化合物之一或二者成形的单层或多层薄膜上并加上电流，便能发光。此种薄膜发光元件预计将减少能耗、占据空间较小和增加可见度，因此其市场预计还将进一步扩展。

现已能够通过将发光元件每一层的功能细分，制成多层结构元件从而制造出比以往发光效率更高的元件(例如，参见参考文献1:《应用物理通讯》，卷51，第12期，913-915(1987)，C.W. Tang等人)。

一种具有多层结构的薄膜发光元件具有发光层合体，被夹在阳极和阴极之间。该发光层合体包含空穴注入层、空穴运输层、发光层、电子运输层、电子注入层等。在这些层当中，空穴注入层、空穴运输层、电子运输层和电子注入层不总是使用，具体取决于元件结构。

如上所述发光层合体中的空穴注入层是通过选用一种能比较

容易地从金属电极向主要含有机化合物的层中注入空穴的材料成形的。发光层合体中的电子运输层则是选用电子运输性能优异的材料制成的。因此，发光层合体中每一层是通过选用在各自功能上优异的材料成形的。

然而，能比较容易地从电极向主要含有机化合物的材料注入电子的材料，或者能以规定或更高迁移率运输电子的主要含有机化合物的材料非常有限。正如从对材料的限制清楚地看出的，电子从电极注入到主要含有机化合物的层中，本来是很少发生的。这会导致驱动电压随时间急剧升高。

发明内容

据此，本发明的目的是提供一种发光元件，其具有驱动电压随时间增加得很少的结构。

另外，本发明的目的是提供一种显示器件，它具有驱动电压低并且驱动电压随时间增加得少以及能耐受长期使用。

按照本发明，在发光元件中接触电极的层是空穴发生层，例如，含有P-型半导体的层或者含有具有电子接受性质的材料的有机化合物层，而发光层则夹在空穴发生层之间，电子发生层成形在阴极侧空穴发生层与发光层之间。这能使得上的驱动电压随时间的增加得少。

一种具有本发明结构之一的发光元件，其包含：一对电极，包括阳极和阴极，用于发生空穴的第一层和第二层，含发光材料的第三层，以及用于发生电子的第四层，其中第三层被夹在第一层和第二层之间，后二层设在二电极之间，其中第四层设在第三层和第二层之间，且其中第二层接触阴极。

一种具有本发明结构之一的发光元件，其包含：一对电极，包括阳极和阴极，包含P-型半导体的第一层和第二层，含发光材料的第三层，以及包含N-型半导体的第四层，其中第三层被夹在第一层和第二层之间，后二层设在二电极之间，其中第四层设在第三层和第二层之间，且其中第二层接触阴极。

一种具有另一种本发明结构的发光元件，其包含：一对电极，包括阳极和阴极，包含第一有机化合物和具有，对第一有机化合物而言，电子接受性质的材料的第一层和第二层，含发光材料的第三层，以及包含第二有机化合物和具有对于第二有机化合物而言电子给予性质的材料的第四层，其中第三层被夹在第一层和第二层之间，后二层设在二电极之间，其中第四层设在第三层和第二层之间，且其中第二层接触阴极。

在一种具有本发明结构的发光元件中，驱动电压随时间的增加可予以抑制。

另外，可提供一种显示器件，其中驱动电压随时间增加少并且能耐长期使用。

附图说明

在附图中：

图 1 显示一种本发明发光元件；

图 2 显示一种本发明发光元件；

图 3 显示一种本发明发光元件；

图 4 显示一种本发明发光元件；

图 5A ~ 5E 显示一种制造本发明薄膜发光元件的方法；

图 6A ~ 6C 显示一种制造本发明薄膜发光元件的方法；

图 7A 和 7B 显示本发明显示器件的结构例子；

图 8A 和 8B 是本发明发光器件的俯视图和断面视图；

图 9A ~ 9E 显示本发明适用的电子器具的例子；

图 10A ~ 10C 显示本发明显示器件的结构例子；

图 11A ~ 11F 显示本发明显示器件的像素电路的例子；

图 12 显示本发明显示器件的保护电路的例子；

图 13 是显示实施方案 1 中的元件的电压-亮度特性的曲线图；

图 14 是显示实施方案 1 中的元件的电压-电流特性的曲线图；

图 15 是显示实施方案 2 中的元件的电压-亮度特性的曲线图；

图 16 是显示实施方案 2 中的元件的电流密度-亮度特性的曲

线图;

图 17 是显示实施方案 2 中的元件的电压-电流特性的曲线图;

图 18 是显示实施方案 2 中的元件的电压随时间变化的曲线图;

图 19 是显示实施方案 2 中的元件的亮度随时间变化的曲线图;

图 20 是显示实施方案 3 中的元件的电压-亮度特性的曲线图;

图 21 是显示实施方案 3 中的元件的电压-电流特性的曲线图;

图 22A ~ 22C 显示包含 α -NPD 和氧化钼的复杂材料的吸收光谱;

图 23A ~ 23C 显示包含 DNTPD 和氧化钼的复杂材料的吸收光谱;

图 24 是显示光学距离和电流效率之间的关系图;以及

图 25 是显示光学距离和发光光谱的图。

具体实施方式

下面将结合附图描述实施模式和实施方案。然而, 鉴于本发明可按照多种不同模式实施, 因此本领域技术人员应懂得, 这些模式和细节可以修改而仍不偏离本发明的范围。因此, 本发明不应视为局限于关于下面实施模式和实施方案的描述。

[实施模式 1]

本实施模式参考着图 1 和 2 描述本发明发光元件的结构。在本发明发光元件中, 包含发光材料的发光层 104 与电子发生层 105 叠摺, 发光层 104 和电子发生层 105 被夹在第一空穴发生层 102 和第二空穴发生层 103 之间。第一空穴发生层 102 和第二空穴发生层 103 进而被夹在阳极 101 和阴极 106 之间, 并叠摺到绝缘体 100 如基材或绝缘薄膜上。在绝缘体 100 如基材或绝缘薄膜上, 阳极 101、第一空穴发生层 102、发光层 104、电子发生层 105、第二空穴发生层 103 以及阴极 106 依次叠摺(图 1)。替代地, 该顺序可以是反过来: 阴极 106、第二空穴发生层 103、电子发生层 105、发光层 104、第一空穴发生层 102 和阳极 101 依次叠摺(图 2)。

第一空穴发生层 102 和第二空穴发生层 103 可用不同材料或相同材料成形。例如, 采用一种既包含空穴运输材料又包含能接受来自空穴运输材料的电子的电子接受材料的层、P-型半导体层或者含 P-型半导体的层。作为空穴运输材料, 例如, 可采用芳族胺化合物(具有苯环与氮的键)、酞菁(略作 H_2Pc), 或者酞菁化合物如酞菁铜(略作 $CuPc$)或者氧钒基酞菁(略作 $VOPc$)。芳族胺化合物例如是 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯(略作 α -NPD)、4,4'-双[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-联苯(略作 TPD)、4,4',4''-三(N,N-二苯基-氨基)-三苯基胺(略作 TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]三苯基胺(略作 MTDATA)、4,4'-双(N-(4-(N,N-二-间甲苯基氨基)苯基)-N-苯基氨基)联苯(略作 DNTPD)、1,3,5-三[N,N-二(间甲苯基)氨基]苯(略作 m-MTDAB)或者 4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯基胺(略作 TCTA)。作为可从空穴运输材料接收电子的电子接受材料, 例如, 可举出氧化钒、氧化钼、7,7,8,8-四氰基奎诺二甲烷(tetracyanoquinodimethane)(略作 TCNQ)、2,3-二氰基萘醌

(naphthoquinone)(略作 DCNNQ)、2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基奎诺二甲烷(略作 F_4 -TCNQ)等。电子接受材料应选择那些符合与空穴运输材料的组合地接收电子的材料。另外, 金属氧化物如氧化钼、氧化钒、氧化钪、氧化钴、氧化镍或氧化铜可用作 P-型半导体。

作为电子发生层 105, 可采用既包含电子运输材料又包含能给电子运输材料提供电子的电子给予材料的层、N-型半导体层或含 N-型半导体的层。作为电子运输材料, 例如可使用下列材料: 具有喹啉主链或苯并喹啉主链的金属络合物, 例如, 三-(8-喹啉醇(quinolinolato))铝(略作 Alq_3)、三(4-甲基-8-喹啉醇)铝(略作 $Almq_3$)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉醇)铍(略作 $BeBq_2$), 或者双(2-甲基-8-喹啉醇)-4-苯基苯酚(phenolato)-铝(略作 $BAlq$)。此外, 具有噁唑或噻唑配体的金属络合物如双[2-(2-羟基苯基)苯并噁唑氧基(benzoxazolate)]锌(略作 $Zn(BOX)_2$)或双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑氧基]锌(略作 $Zn(BTZ)_2$)可以使用。除了金属络合物之外, 还可使用

2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(略作 PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(略作 OXD-7)、3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(略作 TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(略作 p-EtTAZ)、红菲绕啉(略作 BPhen)、浴铜灵(略作 BCP)等。作为可给予电子运输材料电子的电子给予材料,例如,可采用碱金属如锂或铯、镁、碱土金属如钙,或者稀土金属如铈或钇。可给予电子的电子给予材料应根据与电子运输材料的组合来选择。另外,金属化合物如金属氧化物,也可用作 N-型半导体,例如,氧化锌、硫化锌、硒化锌、氧化钛等。

含发光材料的发光层 104 分为两种类型。其一是这样一层,其中作为发光中心的发光材料扩散在由一种禁带宽度比发光材料宽的材料形成的层中。另一类型是由发光材料组成的层。前者的结构是优选的,因为难以发生浓缩猝灭。作为要成为发光中心的发光材料,可采用以下材料:4-二氰基亚甲基-2-甲基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-9-久洛尼定基(julolidyl))乙烯基]-4H-吡喃(略作 DCJT);4-二氰基亚甲基-2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃;periflanthene;2,5-二氰基-1,4-双[2-(10-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-久洛尼定-9-基)乙烯基]苯;N,N'-二甲基喹吡啶酮(略作 DMQd)、香豆素 6、香豆素 545T、三(8-喹啉醇)铝(略作 Alq₃)、9,9'-二蒽基、9,10-二苯基蒽(略作 DPA)、9,10-双(2-萘基)蒽(略作 DNA)、2,5,8,11-四叔丁基蒽(略作 TBP)或诸如此类。作为要当作成形在其中扩散发光材料的工况中的基材的材料,可采用下面的材料:蒽衍生物如 9,10-二(2-萘基)-2-叔丁基蒽(略作 t-BuDNA), 咔唑衍生物如 4,4'-双(N-咔唑基)联苯(略作 CBP)或金属络合物如三(8-喹啉醇)铝(略作 Alq₃)、三(4-甲基-8-喹啉醇)铝(略作 Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉醇)铍(略作 BeBq₂)、双(2-甲基-8-喹啉醇)-4-苯基苯酚-铝(略作 BAlq)、双[2-(2-羟基苯基)吡啶醇(pyridinato)]锌(略作 Znpp₂)或双[2-(2-羟基苯基)苯并噁唑氧基]锌(略作 ZnBOX)。作为可单独构成发光层 104 的材料,可采用三(8-喹啉醇)铝(略作 Alq₃)、9,10-双(2-

萘基)蒽(略作 DNA), 或者双(2-甲基-8-喹啉醇)-4-苯基苯酚-铝(略作 BAlq)或者诸如此类。

发光材料层 104 可成形为单层结构或者多层结构。一个空穴运输层可设在第一空穴发生层 102 与发光层 104 中的里面扩散着发光材料的层之间。另外, 一个电子运输层可设在电子发生层 105 和发光层 104 中的里面扩散着发光材料的层之间。这些层不必设置。替代地, 可仅设空穴运输层和电子运输层之一。该空穴运输层和电子运输层的材料分别与空穴发生层中的空穴运输层的材料和电子发生层中的空穴运输层的那些一致;故在此不再赘述。参见有关那些层的说明。

阳极 101 优选用金属、合金、导电化合物, 每种都应具有高功函(4.0 eV 或更高的功函), 或者它们的混合物。作为阳极材料的具体例子, 可采用以下材料:ITO(铟锡氧化物)、含硅 ITO、在氧化铟中混入 2~20%氧化锌(ZnO)的 IZO(铟锌氧化物)、金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd), 或金属氮化物如 TiN。同时, 作为用于成形阴极 106 的阴极材料, 优选采用金属、合金、导电化合物, 每一种都具有低功函(3.8 eV 或更低的功函), 或者这些的混合物。作为阴极材料的具体例子可采用下列材料:属于周期表中族 1 或 2 的元素;碱金属如 Li 或 Cs、Mg 或碱土金属如 Ca 或 Sr。另外, 含上述元素的合金如 Mg:Ag 或 Al:Li, 含以上元素的化合物如 LiF、CsF 或 CaF₂ 或含稀土金属的过渡金属也可使用。再有, 含以上元素和另一种金属(包括合金)如 Al、Ag 或 ITO 的多层可以使用。

除了阳极 101、第一空穴发生层 102、发光层 104、电子发生层 105、第二空穴发生层 103 和阴极 106 之外, 发光层可具有空穴注入层 107, 夹在阳极 101 和第一空穴发生层 102 之间(图 3 和 4)。酞菁化合物是空穴注入层 107 的有效材料。例如, 酞菁(略作 H₂-Pc)、酞菁铜(略作 Cu-Pc)等之类可以使用。

以上的材料只是例子而已, 材料可任技术人员酌定, 只要能够达到本发明的优点。

在具有以上本发明结构的发光元件中，在外加电压作用下，空穴从第二空穴发生层 103 注入到第二电极中。另外，电子从电子发生层 105 注入到发光层 104 中。再有，空穴从第一空穴发生层 102 注入到发光层 104 中。随后，注入的电子和空穴在发光层内复合，当受激发光材料返回到地状态时便得到发光。这里，在本发明的发光元件中，电子不是从电极注入到主要含有机化合物的层中，而是从主要含有机化合物的层注入到主要含有机化合物的层中。电子要从电极注入到主要含有机化合物的层中很困难。在传统发光元件中，当电子从电极注入到主要含有机化合物的层中时驱动电压就升高。然而，鉴于本发明发光元件不具有此过程，因此可提供一种具有低驱动电压的发光元件。况且，已从实验得知，驱动电压在发光元件具有较高驱动电压时将随时间急剧升高；因此具有低驱动电压的发光元件也起到一种驱动电压随时间增加得少的发光元件的作用。

[实施模式 2]

下面描述本发明另一种实施模式。本实施模式描述一种通过调节第一空穴发生层 102 和第二空穴发生层 103 的厚度改善发光元件和显示器件的视角特性的例子。鉴于本实施模式中的发光元件的多层结构和材料与实施模式 1 中的那些相同，故在此不再赘述。参见实施模式 1。

从发光元件发射的光包括从发光层 104 直接射出的光和经过一次或多次反射之后发出的光。直接发射的光和反射后发出的光根据它们的相位之间的关系彼此干涉，从而使它们增强或减弱。因此，从发光元件发射的光乃是由于干涉的结果合并而成的光。

从具有低折射指数的介质进入到具有高折射指数的介质时反射光的相位发生倒置。由于这样的原因，在具有如实施模式 1 所示结构的发光元件中，光的相位当光在电极如阳极 101，或阴极 106 与电极所接触的层之间界面被反射时将发生倒置。当在电极反射的光与从发光层发出的光相干时，有可能减少光谱形状随光射出表面的视角而变化，且有可能增加发光元件的电流效率，只

要发光层与电极之间的光学距离(折射指数 \times 物理距离)满足 $(2m-1)\lambda/4$ (m 是 1 或更高的自然数, 而 λ 是从发光层发出光的中心波长。电流效率表示每单位流过电流的亮度。当电流效率较高时, 可获得规定的亮度, 即使用较小电流。加之, 元件的衰退也趋于极小。

鉴于在二薄膜之间当折射指数相差较小时反射也小, 故除了电极与接触电极的薄膜之间界面处的反射之外, 其它反射都可忽略不计。因此, 在本实施模式中, 仅把注意力放在电极与接触电极的薄膜之间的反射上。

在光从阳极 101 这一侧抽出的发光元件的工况中, 光在阴极 106 处被反射。正因为如此, 为了增加发光元件的电流效率和减少光谱形状随观看光抽出表面的视角改变, 从光发射位置到阴极 106 表面的光学距离(折射指数 \times 物理距离)必须是 $(2m-1)\lambda/4$ (m 是 1 或更高的自然数, 并且 λ 是从发光层发出的光的中心波长)。

发光层 104 可用含发光材料的层成形为单层结构, 或者可成形为多层结构, 包括诸如电子运输层或空穴运输层和含发光材料的层等之类的层。含发光材料的层可以是一种其中扩散着准备作发光中心的发光材料的层或者可以由发光材料组成的层。

在发光位置与阴极 106 之间可设置多个由不同材料成形的层。在本实施模式中, 这多个层对应于电子发生层 105 和第二空穴发生层 103。含发光材料的层的一部分, 对应于其一半厚, 可看作位于发光位置与阴极 106 之间的层。在成形具有多个层的发光层的情况下, 可包括用不同材料成形的较多层。在此种结构中, 从发光位置到阴极 106 的光学距离可通过各个薄膜的厚度乘其折射指数并将乘积加在一起算出。该总和应调节到等于 $(2m-1)\lambda/4$ (m 是 1 或更高的自然数, 并且 λ 是从发光层发出的光的中心波长)。就是说, 应满足下式(1)。在式(1)中, 含发光材料的层假定是 1, 而阴极 106 假定是 j (j 是 4 或更高的整数), 并且存在于含发光材料层与阴极 106 之间的层按照从含发光材料层开始的顺序用数字代号表示。另外, 被赋予某一数字代号的折射指数 n 和厚度

d 表示被赋予同一代号的层的折射指数和厚度(就是说, n_1 是含发光材料层的折射指数, 而 d_j 是阴极的厚度)。

$$\sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \leq \frac{(2m-1)\lambda}{4} \leq n_1 d_1 + \sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \quad (\text{式 } 1)$$

这里, 必须将薄膜的厚度调节到使式(1)满足。鉴于主要含有机化合物的层具有低电子迁移率, 所以当以电子作为载流子的电子运输材料和电子发生层 105 很厚时, 驱动电压将增加。于是, 在本实施模式中, 调节第二空穴发生层 103 的厚度, 因为在该层中, 主要含有机化合物的该层中的迁移率高, 借此就满足了式(1), 又不显著增加驱动电压。

在在发光元件中光从阴极 106 这侧抽出的情况下, 光在阳极 101 处发生反射。因此, 为了增加发光元件的电流效率和减少光谱形状随观看光抽出表面的视角而改变, 从发光位置到阳极 101 表面的光学距离(折射指数 \times 物理距离)可调节到 $(2m-1)\lambda/4$ (m 是 1 或更高的自然数, 并且 λ 是从发光层发出的光的中心波长)。

发光层 104 可成形为含发光材料的层的单层结构, 或者包括含发光材料的层和诸如电子运输层或空穴运输层等之类层的多层结构。含发光材料的层可以是一种其中扩散着要作为发光中心的发光材料的层或者是由发光材料组成的层。然而, 在任何一种上面提到的结构中, 含发光材料的层都具有某一程度的厚度并存在着无限数目的发光中心, 要确定发生光发射的确切部位是不可能的。因此, 在本实施模式中, 将含发光材料的薄膜的对应于其厚度一半的一部分的位置视为发生光发射的位置。

在发生光发射的位置与阳极 101 之间设有一个或多个层。在本实施模式中, 该层对应于第一空穴发生层 102。进而, 可以说, 对应于其一半厚度的含发光材料层的一部分也是位于发生光发射的位置与阳极 101 之间的层。另外, 在发光层被成形为多层的情况下还可包括更多的层。在此种结构中, 从发光位置到阳极

101 的光学距离可通过各个薄膜的厚度乘其折射指数并将乘积加在一起算出。就是说，应满足下式(2)。在式(2)中，含发光材料的层假定是 1，而阳极 101 假定是 j (j 是 4 或更高的整数)，并且存在于含发光材料层与阳极 101 之间的层按照从含发光材料层开始的顺序用数字代号表示。另外，被赋予某一数字代号的折射指数 n 和厚度 d 表示被赋予同一代号的层的折射指数和厚度(就是说， n_1 是含发光材料层的折射指数，而 d_j 是阳极的厚度)。

$$\sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \leq \frac{(2m-1)\lambda}{4} \leq n_1 d_1 + \sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \quad (\text{式 } 2)$$

这里，必须将薄膜的厚度调节到使式(2)满足。在本实施模式中，式(2)可以得到满足而不会显著增加驱动电压，只需调节第一空穴发生层 102 的厚度，在该层中，主要含有机化合物的层的迁移率比较高。

在从阳极 101 和阴极 106 两面抽出光的结构的情况下，可使式(1)和(2)都得到满足。

就本实施模式中所示发光元件的结构中，有可能提供一种发光元件，其中发光谱随着观看光抽出表面的角度的改变减少了。

本实施模式可与实施模式 1 组合起来。

[实施模式 3]

本实施模式在参考图 5A~6C 展示其制造方法的同时描述本发明的显示器件。虽然本实施模式展示的是制造一种有源矩阵显示器件的例子，但是本发明发光元件也适用于无源矩阵显示器件。

首先，在基材 50 上成形第一基底绝缘层 51a 和第二基底绝缘层 51b，随后在第二基底绝缘层 51b 上成形半导体层(图 5A)。

作为基材 50 的材料，可采用玻璃、石英、塑料(如聚酰亚胺、丙烯酸类、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯或聚醚砜)或诸如此类。这些基材可在用 CMP 或诸如此类方法抛光，若需要的话，之后再使用。在本实施模式中，采用玻璃基

材。

第一基底绝缘层 51a 和第二基底绝缘层 51b 设置的目的在于防止对半导体薄膜的特性产生负面影响的元素,例如,基材 50 中的碱金属或碱土金属,扩散到半导体层中。作为此种基底绝缘层的材料,可采用氧化硅、氮化硅、含氮的氧化硅、含氧的氮化硅或诸如此类。在本实施模式中,第一基底绝缘层 51a 用氮化硅形成,而第二基底绝缘层 51b 则用氧化硅形成。虽然在本实施模式中基底绝缘层是成形为 2 层结构,包括第一基底绝缘层 51a 和第二基底绝缘层 51b 的形式,但是基底绝缘层可以成形为单层结构或包括 3 或更多层的多层结构。当来自基材的杂质不造成明显的问题时,基底绝缘层就没有必要了。

在本实施模式中,随后成形的半导体层可利用激光束使无定形硅膜结晶来制取。无定形硅膜是通过公知的方法如溅射法、减压 CVD 方法或等离子 CVD 法在第二基底绝缘层 51b 上成形为 25 ~ 100 nm 厚(优选 30 ~ 60 nm 厚)的。成形后,在 500℃ 实施 1 h 热处理以便脱氢。

接着,无定形硅膜以激光辐照设备辐照而结晶形成结晶硅膜。在本实施模式中,采用准分子激光器来实施激光结晶。在发出的激光束采用光学系统调制成线性光束斑之后,以该线性光束斑辐照无定形硅膜。于是,就形成可用作半导体层的结晶硅膜。

替代地,无定形硅膜可采用另一种方法实现结晶,例如,采用仅依靠热处理来达到结晶的方法,或者在热处理进行期间采用催化剂元素来诱导结晶。作为诱导结晶的元素,可举出镍、铁、钨、锡、铅、钴、铂、铜、金或诸如此类。通过此种元素的采用,结晶可在比仅靠热处理达到结晶的方法低的温度和短的时间内完成;因此,对玻璃基材的损伤得到抑制。在仅靠热处理实现结晶的情况下,优选采用耐高温的石英基材作为基材 50。

随后,根据需要向半导体层中加入少量杂质以控制阈值,这就是所谓的沟道掺杂。为了获得所要求的阈值,通过离子掺杂法等之类的方法加入表现出 N-型或 P-型的杂质(例如,磷或硼)。

那以后,如图 5A 所示,将半导体层刻蚀成规定形状的方案,结果获得岛屿-形状的半导体层 52。图案的成形是通过采用掩模腐蚀半导体层来实施的。掩模是这样成形的,即,在半导体层上施涂光刻胶,然后让光刻胶曝光并烘干,从而在半导体层上形成具有要求掩模图案的抗蚀剂掩模。

下一步,成形门(gate)绝缘层 53 以便覆盖半导体层 52。门绝缘层 53 采用等离子 CVD 法或溅射法成形为含硅绝缘层,厚度介于 40~150 nm。在本实施模式中,采用氧化硅。

随后,在门绝缘层 53 上成形门电极 54。门电极 54 可采用选自钽、钨、钛、钼、铝、铜、铬和铌的元素成形,或者可采用含有以上元素作为其主要组分的合金材料或者化合物材料来成形。再者,可采用以多晶硅膜掺杂以例如,磷等之类的杂质元素为典型的半导体薄膜。Ag-Pd-Cu 合金也可采用。

虽然门电极 54 在本实施模式中被成形为单层,但门电极 54 可具有包括二或更多层的多层结构,例如,以钨作为下层,而钼作为上层。即使在门电极成形为多层结构的情况下,也优选使用上面提到的材料。也可恰当地选择以上材料的组合。门电极 54 在以光刻胶形成掩模的条件下进行腐蚀加工。

随后,以门电极 54 为掩模在半导体层 52 中加入高浓度杂质。按照这一步骤,制成一种薄膜晶体管 70,包含半导体层 52、门绝缘层 53 和门电极 54。

薄膜晶体管的制造方法不局限于任何特定形式,并且可以适当地修改,以便能制造出具有要求结构的晶体管。

虽然,这里的实施模式采用一种使用经激光结晶制取的结晶硅膜的顶面-门薄膜晶体管,但也可在象素部分上采用无定形半导体薄膜施涂底面-门薄膜晶体管。不仅硅,而且硅锗也可被用来制造无定形半导体。在采用硅锗的情况下,锗的浓度优选介于约 0.01~4.5%(原子)。

另外,也可使用由直径 0.5~20 nm 的晶粒分散在无定形半导体中构成的微晶半导体(半-无定形半导体)薄膜。晶体直径介于

0.5 ~ 20 nm 的微晶又称作所谓微晶(μc)。

半无定形硅(也称作 SAS), 属于半无定形半导体, 可通过按照辉光放电 (glow discharging) 来分解硅化物气体获得。作为典型硅化物可举出气体 SiH_4 。此外, 还可使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 或诸如此类。采用以氢气或氢气和一种或多种选自氦、氩、氪和氙的稀有气体稀释以后的硅化物气体, 可轻易地生成 SAS。硅化物气体优选地按照 1:10 ~ 1:1000 的稀释比稀释。按照辉光放电通过分解形成薄膜的反应可在 0.1 ~ 133 Pa 的压力范围进行。用于生成辉光放电的电功率可以以 1 ~ 120 兆赫, 优选 13 ~ 60 兆赫的高频供应。基材加热温度优选等于或小于 300°C , 优选介于 $100 \sim 250^\circ\text{C}$ 。

如此生成的 SAS 的拉曼光谱向低于 520 cm^{-1} 的波数一侧移动。按照 X-射线衍射, 将观察到在(111)和(220)的硅晶格的衍射峰。作为悬空键的终止剂, 加入至少 1%(原子)或更多氢或卤素。作为薄膜中的杂质元素, 空气中的杂质, 例如, 氧、氮和碳理想地在等于或小于 $1 \times 10^{20}\text{ cm}^{-3}$, 尤其是, 氧气浓度等于或小于 $10^{19}/\text{cm}^3$, 优选等于或小于 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。以此种薄膜制造的 TFT(薄膜晶体管)的迁移率是 $\mu=1 \sim 10\text{ cm}^2/\text{Vsec}$ 。

此种 SAS 可在进一步以激光束结晶以后使用。

随后, 用氮化硅形成绝缘膜(氢化物膜)59, 以便覆盖门电极 54 和门绝缘层 53。在形成绝缘膜(氢化物膜)59 以后, 在 480°C 下进行约 1 h 的热处理, 以便激活杂质元素和将半导体层 52 氢化。

随后, 形成第一层间绝缘层 60 以便覆盖绝缘膜(氢化物膜)59。作为形成第一层间绝缘层 60 的材料, 优选采用氧化硅、丙烯酸类、聚酰亚胺、聚硅氧烷、低-k 材料或诸如此类。在本实施模式中, 形成氧化硅膜作为第一层间绝缘层。在本说明中, 聚硅氧烷是这样的材料, 其主链结构包括硅和氧的键并且它具有含至少氢的有机基团(例如, 烷基基团或芳基基团)、氟基团或含至少氢和氟基团作为其取代基的有机基团(图 5B)。

接着, 形成能达及半导体层 52 的接触孔。接触孔可通过在抗

蚀剂掩模存在下的腐蚀直至暴露出半导体层 52 来成形。湿腐蚀和干腐蚀都适用。腐蚀可进行一次或多次，取决于条件。当进行多次腐蚀时，可既实施湿腐蚀又实施干腐蚀(图 5C)。

随后，形成导电层，以便覆盖接触孔和第一层间绝缘层 60。连接部分 61a，接线 61b 以及诸如此类可通过将导电层加工成要求的形状而制成。该接线可以是单层铝、铜或诸如此类。在本实施模式中，接线成形为从地面开始依次是钼/铝/钼的多层结构。替代地，也可采用钛/铝/钛或者钛/氮化钛/铝/钛的结构(图 5D)。

成形第二层间绝缘层 63，以便覆盖连接部分 61a、接线 61b 和第一层间绝缘层 60。作为第二层间绝缘层 63 的材料，优选施加具有自-展平性质的薄膜，例如，丙烯酸类、聚酰亚胺、聚硅氧烷等之类的薄膜。在本实施模式中，第二层间绝缘层 63 用聚硅氧烷成形(图 5E)。

接着，在第二层间绝缘层 63 上用氮化硅成形一个绝缘层。这层是为了防止在稍后的腐蚀象素电极的步骤中第二层间绝缘层 63 被腐蚀得超过所需要的程度。因此，该绝缘层，特别是当象素电极和第二层间绝缘层之间腐蚀速率差异很大时将不需要。接着，成形穿透第二层间绝缘层 63 到达连接部分 61a 的接触孔。

接着，在成形了透光导电层以便覆盖接触孔和第二层间绝缘层 63(或绝缘层)之后，将透光导电层加工成薄膜发光元件的阳极 101。这里，阳极 101 与连接部分 61a 处于电气接触。作为阳极 101 的材料，优选采用金属、合金、导电化合物或者它们的混合物，它们当中每一种都具有高功函(4.0eV 或更高的功函)。例如，ITO(铟锡氧化物)、含硅 ITO(ITSO)、在氧化铟中混入 2~20%氧化锌(ZnO)的 IZO(铟锌氧化物)、氧化锌、在氧化锌中含有镓的 GZO(镓锌氧化物)、金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属氮化物如 TiN。在本实施模式中，阳极 101 用 ITSO 构成(图 6A)。

接着，用有机材料或无机材料成形绝缘层以便覆盖第二绝缘层 63(或绝缘层)和阳极 101。随后，将绝缘层加工以便部分地暴露

出阳极 101, 借此形成间隔壁 65。作为间隔壁 65 的材料, 优选采用感光有机材料(例如, 丙烯酸类或聚酰亚胺)。此外, 非感光有机材料或无机材料也可使用。另外, 间隔壁 65 可通过让黑色颜料或染料如钛黑或氮化碳在采用扩散材料的情况下扩散到间隔壁 65 的材料中而使间隔壁 65 变成黑色从而作为黑色矩阵使用。理想的是, 间隔壁 65 具有锥形的形状, 其端表面朝向第一电极, 其曲率连续变化(图 6B)。

接着, 成形发光层合体 66 以便覆盖从间隔壁 65 中暴露的那部分阳极 101。在本实施模式中, 发光层合体 66 可通过蒸发等之类的方法成形。发光层合体 66 由第一空穴发生层 102、发光层 104、电子发生层 105 和第二空穴发生层 103 依次叠摺构成。

第一空穴发生层 102 和第二空穴发生层 103 可用不同材料或者相同材料成形。例如, 采用既包含空穴运输材料又包含可从空穴运输材料接受电子的电子接受材料的层、P-型半导体层, 或含 P-型半导体的层。作为空穴运输材料, 例如, 可采用芳族胺化合物(具有苯环与氮的键)、酞菁(略作 H_2Pc)或酞菁化合物, 例如, 酞菁铜(略作 $CuPc$)或者氧钒基酞菁(略作 $VOPc$)。芳族胺化合物例如是 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯(略作 $\alpha-NPD$)、4,4'-双[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-联苯(略作 TPD)、4,4',4''-三(N,N-二苯基-氨基)-三苯基胺(略作 $TDATA$)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]三苯基胺(略作 $MTDATA$)、4,4'-双(N-(4-(N,N-二-间甲苯基氨基)苯基)-N-苯基氨基)联苯(略作 $DNTPD$)。作为可从空穴运输材料接受电子的电子-接受材料, 例如, 可采用:氧化钼、氧化钒、7,7,8,8-四氰基奎诺二甲烷(略作 $TCNQ$)、2,3-二氰基萘醌(略作 $DCNNQ$)、2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基奎诺二甲烷(略作 F_4-TCNQ)等。电子接受材料应选择那些能与空穴运输材料的组合一致地接收电子的材料。另外, 氧化钼、氧化钒、氧化钨、氧化钴、氧化镍或氧化铜可用作 P-型半导体。要知道, 上面提到的材料不过是例子, 技术人员可恰当地选择。关于空穴运输材料和可从空穴运输材料接受电子的电子接受材料, 电子接受材料与空穴运输材料

的混合比优选等于或大于 0.5, 更优选介于 0.5 ~ 2, 按摩尔比计。在本实施模式中, 第一空穴发生层和第二空穴发生层采用 α -NPD 作为电子运输材料并采用氧化钼(MoO_3)作为可从 α -NPD 接受电子的电子接受材料。 α -NPD 和 MoO_3 采用共沉积方法按照 α -NPD: MoO_3 =4:1 的混合比(对应于摩尔比 1)进行沉积。在本实施模式中, 第一空穴发生层成形为 50 nm 厚, 而第二空穴发生层成形为 20 nm 厚。

当发光层 104 由这样的层构成, 即, 在该层中要作为发光中心的发光材料扩散在含禁带宽度大于发光材料的材料的层中时, 可采用下列材料作为要作为发光中心的发光材料: 4-二氰基亚甲基-2-甲基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-9-久洛尼定基)乙烯基]-4H-吡喃(略作 DCJT); 4-二氰基亚甲基-2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃; perflanthene; 2,5-二氰基-1,4-双[2-(10-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-久洛尼定-9-基)乙烯基]苯; N,N'-二甲基喹吡啶酮(略作 DMQd)、香豆素 6、香豆素 545T、三(8-喹啉醇)铝(略作 Alq_3)、9,9'-二蒽基、9,10-二苯基蒽(略作 DPA)、9,10-双(2-萘基)蒽(略作 DNA)、2,5,8,11-四叔丁基蒽(略作 TBP)或诸如此类。作为要当作成形在其中扩散发光材料的基材的材料, 可采用下面的材料: 蒽衍生物如 9,10-二(2-萘基)-2-叔丁基蒽(略作 t-BuDNA), 咔唑衍生物如 4,4'-双(N-咔唑基)联苯(略作 CBP)或金属络合物如三(8-喹啉醇)铝(略作 Alq_3)、三(4-甲基-8-喹啉醇)铝(略作 Almq_3)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉醇)铍(略作 BeBq_2)、双(2-甲基-8-喹啉醇)-4-苯基苯酚-铝(略作 BAIq)、双[2-(2-羟基苯基)吡啶醇(pyridinato)]锌(略作 Znpp_2)或双[2-(2-羟基苯基)苯并噁唑氧基]锌(略作 ZnBOX)。作为可单独构成发光层 104 的材料, 可采用三(8-喹啉醇)铝(略作 Alq_3)、9,10-双(2-萘基)蒽(略作 DNA), 或者双(2-甲基-8-喹啉醇)-4-苯基苯酚-铝(略作 BAIq)或者诸如此类。

发光层 104 可成形为单层结构或多层结构。而且, 一个空穴运输层可设在第一空穴发生层 102 和在发光层 104 中的扩散着发光材料的层(或含发光材料的层)之间。另外, 一个电子运输层可设

在电子发生层 105 和在发光层 104 中的扩散着发光材料的层(或含发光材料的层)之间。这些层不总是需要设置,可设置空穴运输层和电子运输层之一或二者。空穴运输层和电子运输层的材料与空穴发生层中的空穴运输层,和电子发生层中的电子运输层的那些材料一致;因此不再赘述。参见有关那些层的描述。

在本实施模式中,空穴运输层、里面扩散着发光材料的层以及电子运输层,作为发光层 104 成形在空穴发生层 102 上。 α -NPD 沉积到 10 nm 厚,作为空穴运输层;Alq 和香豆素 6 按照 1:0.005 的质量比沉积为 35 nm 厚,作为里面扩散着发光材料的层,以及 Alq 沉积为 10 nm 厚作为电子运输层。

作为电子发生层 105,可采用包含电子运输材料和能给予电子运输材料电子的电子给予材料的层、N-型半导体层或含 N-型半导体的层。作为电子运输材料,例如,可采用下列材料:包含具有喹啉主链或苯并喹啉主链的金属络合物的材料,例如,三-(8-喹啉醇)铝(略作 Alq_3)、三(4-甲基-8-喹啉醇)铝(略作 Almq_3)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉醇)铍(略作 BeBq_2),或者双(2-甲基-8-喹啉醇)-4-苯基苯酚-铝(略作 BAIq)。此外,具有噁唑或噻唑配体的金属络合物如双[2-(2-羟基苯基)苯并噁唑氧基]锌(略作 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$)或双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑氧基]锌(略作 $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$)可以使用。除了金属络合物之外,还可使用 2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(略作 PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(略作 OXD-7)、3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(略作 TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(略作 p-EtTAZ)、红菲绕啉(略作 BPhen)、浴铜灵(略作 BCP)等。作为可给予电子运输材料电子的电子给予材料,例如,可采用碱金属如锂或铯、镁、碱土金属如钙,或者稀土金属如铟或钇。可给予电子的电子给予材料应根据与电子运输材料的组合来选择。另外,氧化锌、硫化锌、硒化锌、氧化钛等也可用作 N-型半导体。

电子运输材料和能给予电子运输材料电子的电子给予材料之

间的混合比介于约 1:0.5 ~ 1:2, 优选 1:1, 按摩尔比计。在本实施模式中, 在电子发生层中, 电子运输材料由 Alq 构成, 而能给予 Alq 电子的电子给予材料由锂(Li)构成。沉积是采用共-蒸发方法, 按照 Alq:Li=1:0.01 的质量比进行的。膜厚设定在 10 nm。

可为每一个象素成形能发射具有不同发射波长的光的发光元件, 以便进行彩色显示。就典型而言, 成形分别对应于 R(红)、G(绿)和 B(蓝)的各个颜色的发光元件。即便在此种工况中, 颜色纯度也可提高并且可以防止象素部分具有镜子表面(反射), 只要, 在发出该光的象素一侧提供能透过所发射波长的滤光器(彩色层)。有了滤光器(彩色层), 就可省略传统上要求的圆偏振片, 并且能抑制从发光元件发出的光的损失。另外, 还可减少当斜视象素部分(显示屏)时色调的改变。

发光元件可具有能发射单色或多色光的结构。在采用白色发光元件的工况中, 在发出光的象素一侧设有能透过特定波长的光的滤光器(彩色层)。于是, 便可进行彩色显示了。

为了成形一种发射白光的发生层, 白光可通过顺序叠摞各层来获得, 例如, 按照蒸发方法顺序沉积 Alq₃、部分掺杂以尼罗红的 Alq₃, 该颜料用于发射红光, Alq₃、p-EtTAZ 和 TPD(芳族二胺)。

另外, 发光层的成形不仅可采用单态激励的发光材料, 而且可采用含金属络合物等之类的三态-激励的发光材料。例如, 在红光-发射象素、绿光-发射象素和蓝光-发射象素当中, 红光-发射象素, 由于具有比较短的半衰期, 故用三态激励的发光材料成形, 而其它则用单态-激励的发光材料成形。由于具有高发光效率, 三态-激励的发光材料具有获得同样亮度功耗低的特点。就是说, 在把三态-激励的发光材料施加到红象素上的情况下, 流过发光元件的电流小;因此可靠性提高。由于功耗较低, 红光-发射象素和绿光-发射象素可采用三态-激励的发光材料成形, 而蓝光-发射象素可采用单态-激励的发光材料成形。通过对人眼可见度高的绿光-发光元件也采用三态激励的发光材料来成形, 可达到降低功耗的效

果。

作为三态激励的发光材料的例子,可采用下列材料:以金属络合物作为掺杂剂,例如,含铂,即第三过渡元素之一,作为金属中心的金属络合物,或者含铱作为金属中心的金属络合物,的材料。三态激励的发光材料不限于这些化合物,其它具有上述结构并含有属于周期表族 8~10 中任何一个的元素作为金属中心的化合物皆可使用。

用以上材料成形的发光材料在施加前向偏压后将发光。采用该发光元件成形的显示器件的象素可采用简单矩阵方法或有源矩阵方法驱动。在任何一种情况下,通过在特定时刻施加前向偏压使相应象素发光,并且在某一时段不发光。该发光元件的可靠性通过在此非发光时段施加反向偏压而提高。发光元件具有某种衰退模式,即,此时发光强度在某驱动条件下减弱或亮度由于非发光区间在象素内的扩展看上去下降了。然而,当通过施加前向和反向偏压来实施交替驱动时,衰退进程可减慢,同时发光器件的可靠性可以提高。

随后,成形阴极 106,以便覆盖发光层合体 66。综上所述,便可制成包含阳极 101、发光层合体 66 和阴极 106 的发光元件 93。作为成形阴极 106 用的阴极材料,优选采用金属、合金、导电化合物或其混合物等,每一种都具有低功函(3.8 eV 或更低的功函)。作为阴极材料的具体例子可采用下列材料:属于周期表中族 1 或 2 的元素,也就是,碱金属如 Li 或 Cs、Mg,碱土金属如 Ca 或 Sr,含上述元素的合金如 Mg:Ag 或 Al:Li,含以上元素的化合物如 LiF、CsF 或 CaF₂。另外,阴极也可用含稀土金属的过渡金属成形。再有,含以上元素和另一种金属(包括合金)如 Al、Ag 或 ITO 的多层可以使用。在此实施模式中,阴极是由铝形成的。

在具有上述结构的发光元件中,驱动电压低并且驱动电压随时间的升高小。

在本实施模式中,与连接部分 61a 处于电气接触的电极是阳极 101;然而,与连接部分 61a 处于电气接触的电极可以是阴极

106。在此种工况中，发光层合体 66 可通过依次叠摺第二空穴发生层 103、电子发生层 105、发光层 104 和第一空穴发生层 102 来成形，并可在发光层合体 66 上成形阳极 101。

这以后，通过等离子 CVD 方法成形氧氮化硅膜作为第二钝化膜。在采用氧氮化硅膜的情况下，优选成形用 SiH_4 、 N_2O 和 NH_3 经等离子 CVD 方法制造的氧氮化硅膜、用 SiH_4 和 N_2O 经等离子 CVD 方法制造的氧氮化硅膜，或者用以 Ar 稀释的 SiH_4 和 N_2O 气体经等离子 CVD 方法制造的氧氮化硅膜。

作为第一钝化膜，用 SiH_4 、 N_2O 和 H_2 制造的氧氮化硅氢化物膜也适用。第一钝化膜的结构不局限于单层结构，而第一钝化膜可以成形为单层结构或者另一含硅绝缘层的多层结构。也可成形氮化碳膜和氮化硅膜的多层膜，苯乙烯聚合物、氮化硅膜或钻石似的碳膜的多层膜以替代氧氮化硅膜。

随后，为了保护发光元件免遭衰退-加速材料如潮湿的侵袭，将显示部分封装。在采用相反基材密封的情况下，将相反基材和元件基材被绝缘密封材料粘贴在一起，并露出外部连接部分。相反基材与元件基材之间的空间可充填惰性气体如干氮气，或者可在象素部分的整个表面涂满密封材料以便粘贴相反基材。优选采用紫外固化树脂等之类作为密封材料。可在密封材料中混入干燥剂或颗粒以保持基材之间间隙的均一。随后，将挠性接线基材粘贴到尾部连接部分上，于是就完成了显示器件。

下面将结合图 7A 和 7B 说明如此制造的显示器件结构的例子。虽然形状不同，但同样功能的同样零件将用相同数字代号表示，并省略对此种零件的描述。在本实施模式中，具有 LDD 结构的薄膜晶体管 70 通过连接部分 61a 连接在发光元件 93 上。

在图 7A 中，阳极 101 用透光导电膜构成并具有一种结构，其中从发光层合体 66 发出的光被抽出到基材 50 这一侧。数字代号 94 代表相反基材，后者，在成形了发光元件 93 以后，用密封材料等之类固定到基材 50 上。通过以透光树脂 88 等之类材料充填相反基材 94 与元件之间的间隙并密封该空间，就可以防止发光

元件 93 因湿气侵入而衰退。再者，树脂 88 理想地具有吸湿性能。另外，更理想的是，让具有高透光性能的干燥剂 89 扩散到树脂 88 中，因为这样可进一步抑制潮湿的影响。

在图 7B 中，阳极 101 和阴极 106 都由透光导电膜构成并具有可将光朝着基材 50 和相反基材 94 两个方向抽出的结构。在此种结构中，通过在基材 50 和相反基材 94 外面设置起偏振片 90 就可以防止屏幕变得透明，借此增加可见度。护膜 91 优选地设置在起偏振片 90 外面。

模拟视频信号或数字视频信号都可用于具有本发明显示功能的显示器件中。数字视频信号包括采用电压的视频信号和采用电流的视频信号。当发光元件发光时，输入到像素中的视频信号采用恒定电压或恒定电流。当视频信号采用恒定电压时，施加在发光元件上的电压或者在发光元件中流动的电流是恒定的。另一方面，当视频信号采用恒定电流时，施加在发光元件上的电压或者在发光元件中流动的电流是恒定的。被加上恒定电压的发光元件由该恒定电压驱动，而其中流过恒定电流的发光元件则由恒定电流驱动。该恒定电流在发光元件中的流动由恒定电流驱动，而不受发光元件电阻的改变的影响。这两种中任何一种方法皆可用于本发明发光显示器件及其驱动方法中。

在用本实施模式中的方法制造的本发明显示器件中，驱动电压低，并且驱动电压随时间的升高小。

[实施模式 4]

本实施模式结合图 8A 和 8B 描述对应于本发明一个方面的发光器件板的外部视图。图 8A 是一块板的俯视图，其中成形在基材上的一个晶体管和发光元件被成形在基材和相反基材 4006 之间的密封材料密封。图 8B 对应于图 8A 的断面视图。安装在该板上的发光元件的结构是这样的结构，其中接触电极的层是空穴发生层，而在空穴发生层之间夹着发光层。再有，在发光元件中，一个电子发生层设在阴极表面的空穴发生层与发光层之间。

提供密封材料 4005，以便将设在基材 4001 上的像素部分

4002、信号线驱动器电路 4003 和扫描线驱动器电路 4004 包围起来。另外，相反基材 4006 设在象素部分 4002、信号线驱动器电路 4003 和扫描线驱动器电路 4004 上。因此，象素部分 4002、信号线驱动器电路 4003 和扫描线驱动器电路 4004 借助充填材料 4007 被基材 4001、密封材料 4005 和相反基材 4006 封装在一起。

位于基材 4001 上的象素部分 4002、信号线驱动器电路 4003 和扫描线驱动器电路 4004 具有大量薄膜晶体管。图 8B 显示信号线驱动器电路 4003 包括的薄膜晶体管 4008，和象素部分 4002 包括的薄膜晶体管 4010。

发光元件 4011 被电连接到薄膜晶体管 4010 上。

进而，引线 4014 对应于给象素部分 4002、信号线驱动器电路 4003 和扫描线驱动器电路 4004 供应信号或电源电压的布线。引线 4014 通过引线 4015a 和引线 4015b 连接到连接端子 4016 上。连接端子 4016 通过各向异性导电膜 4019 连接到挠性印刷电路(FPC)4018 的端子上。

作为充填材料 4007，除了惰性气体如氮气或氩气之外，还可使用紫外固化树脂或热固化树脂。可使用，例如，聚氯乙烯、丙烯酸类、聚酰亚胺、环氧树脂、硅树脂、聚乙烯醇缩丁醛或乙烯-醋酸乙烯酯。

特别是，本发明显示器件在其类别中包括其中成形了具有发光元件的象素部分的板，和在板上安装了集成电路的模块。

在具有本实施模式中所示结构的板和模块中，驱动电压低并且驱动电压随时间升高少。

[实施模式 5]

作为安装了模块，例如，在实施模式 4 中作为例子举出的模块的本发明电子器具，可举出以下器具：照相机，例如，视频照相机或数字照相机、眼镜式显示器(头戴式显示器)、导航系统、声音复制器具(汽车音响零部件等之类)、电脑、游戏机、移动式信息终端(便携式电脑、移动式电话、便携式游戏机、电子书籍等之类)、配备记录介质的图象复制装置(特别是复制记录介质如数字多用途

光盘(DVD)和配备显示图象的显示器的装置)或诸如此类。图 9A ~ 9E 显示这些电子器具的具体例子。

图 9A 显示发光显示器件，它对应于，例如，电视接收装置或个人电脑显示器。本发明发光显示器件包括外壳 2001、显示部分 2003、扬声器部分 2004 以及诸如此类。在本发明发光显示器件中，显示部分 2003 的驱动电压低并且显示部分 2003 的驱动电压随时间升高小。在象素部分中，起偏振片或圆偏振片优选地设在象素部分中以提高对比度。例如，薄膜优选地依次配备四分之一波长片、半波长片和起偏振片来密封基材。再有，可在起偏振片上设置防反射膜。

图 9B 显示移动式电话，包括主体 2101、外壳 2102、显示部分 2103、音频输入部分 2104、音频输出部分 2105、操作键 2106、天线 2108 以及诸如此类。在本发明移动电话的显示部分 2103 中，驱动电压低并且驱动电压随时间升高小。

图 9C 显示一种电脑，包括主体 2201、外壳 2202、显示部分 2203、键盘 2204、外接口 2205、鼠标 2206 以及诸如此类。在本发明电脑的显示部分 2203 中，驱动电压低并且驱动电压随时间升高小。虽然图 9C 显示笔记本式电脑，但本发明也适用于硬盘与显示部分集成在一起的台式电脑。

图 9D 显示一种便携式电脑，包括主体 2301、显示部分 2302、开关 2303、操作键 2304、红外口 2305 以及诸如此类。在本发明该便携式电脑的显示部分 2302 中，驱动电压低并且驱动电压随时间升高少。

图 9E 显示一种便携式游戏机，包括外壳 2401、显示部分 2402、扬声器部分 2403、操作键 2404、记录介质插入口 2405 以及诸如此类。在本发明便携式游戏机的显示部分 2402 中，驱动电压低并且驱动电压随时间升高少。

如上所述，本发明适用于多种领域，并且可用于每一领域的电子器具中。

[实施模式 6]

图 10A ~ 10 分别显示底发射、双向发射和顶发射的例子。按照实施模式 2 中所述方法制造的结构对应于图 10C 的结构。图 10A 和 10B 显示一种结构, 其中图 10C 中的第一层间绝缘层 900 用具有自-展平性质的材料成形, 并且一种准备连接薄膜晶体管 901 和发光元件的阳极 101 的布线被成形在同一层间绝缘层中。在图 10A 中, 发光元件中的阳极 101 用发光材料成形, 并且光朝着发光元件的下面射出, 这被称作底发射结构。在图 10B 中, 阴极 106 用发光材料如 ITO、ITSO 或 IZO 成形, 而光从两面抽出, 这称作双向-发射结构。当薄膜以铝或银厚地成形时, 该薄膜将不透光;然而, 当薄膜成形得很薄时, 薄膜则透光。因此, 通过用铝或银成形阴极 106, 并控制厚度在允许光穿过的范围内, 则可达到双向发射。

[实施模式 7]

本实施模式描述实施模式 4 中所示板和模块中的像素电路和保护电路, 及其操作。图 5A ~ 6C 显示图 11A ~ 11F 中的驱动器 TFT1403 和发光元件 1405 的横断面。

图 11A 中显示的像素包括沿列方向的信号线 1410 和电源线 1411 和 1412, 以及沿行方向的扫描线 1414。该像素还包括开关 TFT1401、驱动器 TFT1403、电流控制 TFT1404、电容器元件 1402 和发光元件 1405。

在图 11C 中所示像素具有与图 11A 中同样的结构, 不同的是, 驱动器 TFT1403 的门电极连接到沿行方向铺设的电源线 1412 上。换句话说, 图 11A 和 11C 所示像素具有同一等效电路图。然而, 在将电源线 1412 沿列方向布置(图 11A)的情况下, 和将电源线 1412 沿行方向布置的情况下(图 11C), 各自的电源线由具有不同层的导电膜构成。这里, 要注意, 连接驱动器 TFT1403 的门电极的布线, 并将其结构分别表示在图 11A 和 11C 中, 旨在展示制造这些布线的层是不同的。

作为图 11A 和 11C 所示像素的特征, 驱动器 TFT1403 和电流控制 TFT1404 串联在像素内并且优选的是, 调整驱动器 TFT1403

的沟道长度 $L(1403)$ 和沟道宽度 $W(1403)$ 以及电流控制 TFT1404 的沟道长度 $L(1404)$ 和沟道宽度 $W(1404)$ ，使之满足 $L(1403)/W(1403):L(1404)/W(1404)=5 \sim 6000:1$ 。

驱动器 TFT1403 操作在饱和区并起到控制流入到发光元件 1405 中的电流值的作用。电流控制 TFT1404 操作在线性区并且起到控制对发光元件 1405 的电流供应的作用。这两个 TFT 优选在制造步骤中具有相同导电性-类型，而在本实施模式中，TFT 是 n-沟道型 TFT。驱动器 TFT1403 可以是增强型或耗尽型。鉴于电流控制 TFT 1404 操作在具有本发明以上结构的线性区，故电流控制 TFT1404 轻微的波动 V_{gs} 不影响发光元件 1405 的电流值。就是说，发光元件 1405 的电流值可由操作在饱和区的驱动器 TFT1403 决定。凭借以上结构，因 TFT 特性的波动造成的发光元件亮度的不均匀性可以改善，因此能提供一种图象质量提高的显示器件。

在图 11A~11D 中所示象素中，开关 TFT1401 用于控制象素的视频信号输入，当开关 TFT1401 接通时该视频信号被输入到象素中。随后，视频信号的电压被保持在电容器元件 1402 中。虽然图 11A 和 11C 显示的结构中设有电容器元件 1402，但本发明不限于此情况。当门电容器等能涵盖保持视频信号的电容器时，电容器元件 1402 就不必设置了。

图 11B 所示象素具有与图 11A 中相同的象素结构，不同的是增加了 TFT1406 和扫描线 1414。同样，图 11D 中所示象素具有与图 11C 中相同的象素结构，不同的是，增加了 TFT1406 和扫描线 1414。

TFT 1406 的通断由另外设置的扫描线 1414 控制。当 TFT 1406 导通时，电容器元件 1402 中保持的电荷放掉，从而关断电流控制 TFT 1404。换句话说，通过设置 TFT 1406，可强制产生一种状态，此时电流不流到发光元件 1405 中。正因为如此，TFT 1406 可称作擦除 TFT。结果，在图 11B 和 11D 中所示结构中，点亮时间可与写入时间同时或刚好在其开始以后开始，而不必等待信号写入到所有象素中；因此负载比（duty ratio）可得到提高。

在图 11E 所示象素中，信号线 1410 和电源线 1411 布置在列方向，而扫描线 1414 布置在行方向。再有，象素包括开关 TFT1401，驱动器 TFT1403、电容器元件 1402 和发光元件 1405。图 11F 所示象素具有与图 7E 所示相同的象素结构，不同的是，增加了 TFT1406 和扫描线 1415。在图 11F 中所示结构中，负载比也因设置 TFT 1406 而提高。

如上所述，各种不同象素电路皆可使用。具体地说，在由无定形半导体薄膜成形薄膜晶体管的情况下，用于驱动器 TFT 1403 的半导体薄膜优选要大。因此在以上象素电路中，优选这样的顶发射型，其中来自发光层的光从密封基材这一侧射出。

此种有源矩阵发光器件当象素密度增加时可在低电压下驱动，因为在每一个象素中都设有 TFT。因此，据认为，有源矩阵发光器件是有利的。

虽然，本实施模式描述的是有源矩阵发光器件，其中每一个象素都有自己的 TFT，但也可成形一种无源矩阵发光器件，其中每一列设有一个 TFT。鉴于在无源矩阵发光器件中不是每个象素都设有 TFT，因此可获得高孔径比。在从电致发光层两面射出光的发光器件的情况下，无源矩阵显示器件的透射率得到提高。

在还含有此种本发明象素电路的显示器件中，驱动电压低并且驱动电压随时间的升高少。加之，显示器件还具有各自的特性。

下面，描述一种工况，其中设有二极管作为扫描线和信号线的保护电路，同时采用图 11E 所示等效电路。

在图 12 中，在象素部分 1500 中设有开关 TFT 1401 和 1403、电容器元件 1402 和发光元件 1405。二极管 1561 和 1562 设置在信号线 1410 上。类似于开关 TFT1401 和 1403，二极管 1561 和 1562 根据以上实施模式制造并具有门电极、半导体层、源极、漏极 (drain electrode) 等。二极管 1561 和 1562 通过将门电极与漏极或源极连接而作为二极管工作。

连接二极管的共用电位线 1554 和 1555 由与门电极同一层形

成。因此，为了连接二极管的源极或漏极，必须在门绝缘层中形成一个接触孔。

给扫描线 1414 设置二极管具有类似的结构。

如上所述，按照本发明，要给输入级设置的保护二极管可按类似方式制造。保护二极管成型的位置不限于此，而二极管也可设在驱动器电路与像素之间。

在具有此种本发明保护电路的显示器件中，驱动电压随时间的增加小，并且作为显示器件的可靠性可以提高。

[实施方案 1]

本实施方案显示本发明发光元件的测定数据。

首先，描述本实施方案中的发光元件制造方法。本实施方案中的发光元件符合实施模式 1 中所示发光元件的结构。在本实施方案中，用玻璃基材作为绝缘体 100。在玻璃基材上通过溅射法形成含硅 ITO，从而形成阳极 101。阳极 101 的厚度设定为 110 nm。

随后，用氧化钼和 α -NPD 在阳极 101 上经共-蒸发氧化物和 α -NPD 形成第一空穴发生层 102。这里，将第一空穴发生层 102 的厚度设定在 50 nm。

接着，在第一空穴发生层 102 上成形发光层 104。发光层 104 被成形为三层结构，其中空穴运输层、扩散着发光材料的层和电子运输层从第一空穴发生层 102 的一侧依次叠摞。空穴运输层用 α -NPD 通过真空蒸发法成形为 10 nm 厚。扩散着发光材料的层用 Alq_3 和香豆素 6 按照共-蒸发方法成形到 35 nm 厚。电子运输层只用 Alq_3 通过真空蒸发法成形到 10 nm 厚。将扩散着发光材料的层调节到使 Alq_3 和香豆素 6 之间的比例等于 1:0.005，按质量比计。

随后，用 Alq_3 和锂通过在发光层 104 上共-蒸发 Alq_3 和锂至 10 nm 而形成电子发生层 105。 Alq_3 与锂调节到使 Alq_3 与锂之间的质量比等于 1:0.01。

接着，用氧化钼和 α -NPD 成形第二空穴发生层 103，这是通过在电子发生层 105 上共-蒸发氧化钼和 α -NPD 完成的。这里，第

一空穴发生层 102 的厚度设定在 20 nm。 α -NPD 与氧化钼之间的摩尔比等于 1:1。

阴极 106 用铝在第二空穴发生层 105 上成形至 100 nm 厚。

当电压施加到具有本发明以上结构的发光元件上时，空穴从第二空穴发生层 103 注入到第二电极中。再有，电子从电子发生层 105 注入到发光层 104 中。另外，空穴从第一空穴发生层 102 注入到发光层 104 中。随后，所注入的空穴和电子在发光层内复合，借此提供发自香豆素 6 的光。

图 13 显示如此制造的本实施方案的发光元件的电压-亮度特性，而图 14 显示其电压-电流特性。在图 13 中，横轴显示电压(V)，而纵轴显示亮度(cd/m^2)。在图 14 中，横轴显示电压(V)，而纵轴显示电流(mA)。

于是，本实施方案中的发光元件表现出卓越的特性。

图 22A 显示作为本实施方案中的空穴发生层的含 α -NPD 和氧化钼复杂材料的吸收光谱。图 22B 显示单独的 α -NPD 的吸收光谱，而图 22C 则显示单独的氧化钼的吸收光谱。正如从图中看出的，含 α -NPD 和氧化钼复杂材料的吸收光谱具有一个在单独 α -NPD 和单独氧化钼的其它吸收光谱中都未出现的峰。据认为，这个峰是 α -NPD 和氧化钼相互作用而发生空穴所产生的。

[实施方案 2]

本实施方案描述 4 种发光元件的制造方法，它们在空穴发生层中具有不同的空穴运输材料与表现出对空穴运输材料而言电子接受性质的材料之间的混合比。这 4 种发光元件分别用发光元件(1)、发光元件(2)、发光元件(3)和发光元件(4)表示。另外，本实施方案还描述这些元件的特性。

首先，描述本实施方案中的发光元件的制造方法。在本实施方案中，发光元件符合实施模式 1 中所示发光元件的结构。在本实施方案中，用玻璃基材作为绝缘体 100。含硅 ITO 通过溅射法成形在玻璃基材上，从而形成阳极 101。阳极 101 的厚度设定在 110 nm。

随后,用氧化钼通过真空蒸发法在阳极 101 上成形第一空穴发生层 102。这里,第一空穴发生层 102 的厚度设定在 5 nm。

接着,在第一空穴发生层 102 上成形发光层 104。发光层 104 成形为 3 层结构,其中空穴运输层、扩散着发光材料的层和电子运输层依次从空穴发生层 102 这一侧叠摞。空穴发生层按照真空蒸发法以 α -NPD 成形至 55 nm 厚。扩散着发光材料的层用 Alq_3 和香豆素 6 按照共-蒸发法成形至 35 nm 厚。电子运输层用单独的 Alq_3 通过真空蒸发法成形为 10 nm 厚。扩散着发光材料的层被调节到使 Alq_3 和香豆素 6 之间的比例等于 1:0.005 的质量比。

随后,用 Alq_3 和锂通过在发光层 104 上共-蒸发 Alq_3 和锂成形至 10 nm 厚而制成电子发生层 105。调节 Alq_3 和锂,使 Alq_3 和锂之间的质量比是 1:0.01。

接着,用氧化钼和 α -NPD 通过在电子发生层 105 上共蒸发氧化钼和 α -NPD 而成形第二空穴发生层 103。这里,发光元件(1)被调节为使 α -NPD 与氧化钼之间的摩尔比等于 0.5($=\alpha$ -NPD/氧化钼)。发光元件(2)被调节为使 α -NPD 与氧化钼之间的摩尔比等于 1.0($=\alpha$ -NPD/氧化钼)。发光元件(3)被调节为使 α -NPD 与氧化钼之间的摩尔比等于 1.5($=\alpha$ -NPD/氧化钼)。发光元件(4)被调节为使 α -NPD 与氧化钼之间的摩尔比等于 2.0($=\alpha$ -NPD/氧化钼)。第二空穴发生层 103 的厚度设定在 20 nm。

阴极 106 用铝在第二空穴发生层 103 上成形至 100 nm 厚。

当电压加在具有本发明上述结构的发光元件上时,空穴从第二空穴发生层 103 注入到第二电极。另外,电子从电子发生层 105 注入到发光层 104 中。另外,空穴从第一空穴发生层 102 注入到发光层 104 中。随后,注入的空穴和电子在发光层中复合,从而提供发自香豆素 6 的光。

图 15 显示本实施方案的发光元件的电压-亮度特性。图 16 显示其电流密度-亮度特性,而图 17 显示其电压-电流特性。在图 15 中,横轴显示电压(V),而纵轴显示亮度(cd/m^2)。在图 16 中,横轴显示电流密度(mA/cm^2),而纵轴显示亮度(cd/m^2)。在图 17 中,

横轴显示电压(V)，而纵轴显示电流(mA)。在图 15~17 中，▲表示发光元件(1)的特性，●表示发光元件(2)的特性，○表示发光元件(3)的特性，■表示发光元件(4)的特性。

从图 15~17 可以看出，所有发光元件都工作得很好。在发光元件(2)~(4)中，其中 α -NPD 与氧化钼的摩尔比(= α -NPD/氧化钼)在 1~2 的范围内，高亮度可通过加任何电压获得，也可获得高电流值。于是，可获得一种发光元件，它，通过调节 α -NPD 与氧化钼的摩尔比(= α -NPD/氧化钼)到 1~2 的范围内，可操作在较低驱动电压。

接着，描述本实施方案的发光元件的连续点亮试验。在如上所述制造的发光元件被在氮气氛下封装后，按照以下方式在常温进行连续发光试验。

正如从图 16 清楚地看出的，当在本发明发光元件初始状态，光以 3000 cd/m^2 的亮度发出时，要求 26.75 mA/cm^2 的电流密度。在该实施方案中， 26.75 mA/cm^2 的电流维持流动一段时间，并收集有关为维持 26.75 mA/cm^2 的电流所要求的电压随时间的变化，以及亮度随时间的变化。图 18 和 19 显示收集的数据。在图 18 中，横轴表示过去的时间(h)，而纵轴表示为保持 26.75 mA/cm^2 的电流流动所要求的电压(V)。在图 19 中，横轴表示过去的时间(h)，而纵轴表示亮度(任何度量单位)。要指出的是，亮度(任何度量单位)是假定初始亮度为 100 表示的相对于初始亮度的数值。该相对值是用特定时间的亮度除以初始亮度，再乘上 100。

从图 18 可以看出，在经过 100 h 后，为保持具有 26.75 mA/cm^2 的电流密度的电流流动所要求的电压比初始状态的电压仅高出约 1 V。这表明，本发明发光元件是一种优异元件，其中驱动电压随时间升高很小。

在实施方案 1 和 2 中所示发光元件中，除了作为发光层的层之外，还成形了作为空穴注入层、空穴运输层、电子运输层等之类的层。然而，这些层并非总是必须的。再者，在实施方案 1 和 2 中，在成形了作为发光层的层之后，成形电子发生层，随后再

成形空穴发生层。然而，本发明发光元件的制造方法不限于此做法。例如，在成形了空穴发生层以后，可成形电子发生层，随后可成形作为发光层的层。

[实施方案 3]

本实施方案显示采用不同于实施方案 1 的材料的本发明发光元件的测定数据。

首先，描述本实施方案中的发光元件的制造方法。在本实施方案中，发光元件符合实施模式 1 中所示发光元件的结构。在本实施方案中，用玻璃基材作为绝缘体 100。含硅 ITO 通过溅射法成形在玻璃基材上，从而形成阳极 101 至 110 nm 厚。

随后，用氧化钼和 DNTPD 通过在阳极 101 上共蒸发氧化钼和 DNTPD 成形第一空穴发生层 102。这里，第一空穴发生层 102 的厚度设定在 50 nm。DNTPD 与氧化钼之间的质量比规定在 2:1。

接着，在第一空穴发生层 102 上成形发光层 104。发光层 104 成形为 3 层结构，包括依次从空穴发生层 102 这一侧开始：空穴运输层、扩散着发光材料的层和电子运输层。空穴运输层按照真空蒸发法以 α -NPD 成形至 10 nm 厚。扩散着发光材料的层用 Alq_3 和香豆素 6 按照共蒸发法成形至 35 nm 厚。电子运输层用单独的 Alq_3 通过真空蒸发法成形为 10 nm 厚而成形。特别是，扩散着发光材料的层被调节到使 Alq_3 和香豆素 6 之间的质量比等于 1:0.005。

随后，用 Alq_3 和锂通过在发光层 104 上共-蒸发 Alq_3 和锂成形至 10 nm 厚而制成电子发生层 105。调节 Alq_3 和锂，使 Alq_3 和锂之间的质量比是 1:0.01。

接着，用氧化钼和 DNTPD 在电子发生层 105 上通过共蒸发氧化钼和 DNTPD 来成形第二空穴发生层 103。这里，第一空穴发生层 102 的厚度设定在 20 nm。另外，DNTPD 与氧化钼之间的质量比调节到 4:2。

用铝在第二空穴发生层 103 上成形阴极 106。其膜厚设定在

100 nm。

在具有本发明上述结构的发光元件中，通过施加电压，空穴从第二空穴发生层 103 注入到第二电极。另外，电子从电子发生层 105 注入到发光层 104 中。另外，空穴从第一空穴发生层 102 注入到发光层 104 中。随后，注入的空穴和电子在发光层中复合，从而提供发自香豆素 6 的光。

图 20 显示本实施方案的发光元件的电压-亮度特性。图 21 显示其电压-电流特性。在图 20 中，横轴显示电压(V)，而纵轴显示亮度(cd/m^2)。同时，在图 21 中，横轴显示电压(V)，而纵轴显示电流(mA)。

于是，本实施方案中的发光元件具有优异特性。

图 23A 显示含 DNTPD 和氧化钼的复杂材料，作为本实施方案中的空穴发生层，的吸收光谱。图 23B 显示单独 DNTPD 的吸收光谱，而图 23C 显示单独氧化钼的吸收光谱。正如从图中看出的，含 DNTPD 和氧化钼的复杂材料的吸收光谱具有一个在单独 DNTPD 和单独氧化钼的其它吸收光谱中都未出现的峰。据认为，这个峰是 DNTPD 和氧化钼相互作用而发生空穴所产生的。

[实施方案 4]

本实施方案结合图 24 和 25 描述通过改变空穴发生层的厚度来控制发光光谱和光发射的视角依赖性，即所谓发光元件的光学设计的例子。

首先，描述本实施方案中的发光元件的制造方法。在本实施方案中，发光元件符合实施模式 1 中所示发光元件的结构。在本实施方案中，用玻璃基材作为绝缘体 100。含硅 ITO 通过溅射法成形在玻璃基材上，从而形成阳极 101 至 110 nm 厚。

随后，用氧化钼和 α -NPD 在阳极 101 上经共-蒸发氧化钼和 α -NPD 形成第一空穴发生层 102。这里，将第一空穴发生层 102 的厚度设定在 50 nm。 α -NPD 与氧化钼之间的质量比设定在 4:1。

接着，在第一空穴发生层 102 上成形发光层 104。发光层 104 具有 3 层结构，包括从第一空穴发生层 102 的一侧依次：空穴运

输层、扩散着发光材料的层和电子运输层。空穴运输层用 α -NPD通过真空蒸发法成形为10 nm厚。扩散着发光材料的层用 Alq_3 和香豆素6按照共-蒸发方法成形到40 nm厚。电子运输层只用 Alq_3 通过真空蒸发法成形到10 nm厚。要指出的是,将扩散着发光材料的层调节到使 Alq_3 和香豆素6之间的比例等于1:0.01,按质量比计。

随后,用 Alq_3 和锂通过在发光层104上共-蒸发 Alq_3 和锂至10 nm而形成电子发生层105。 Alq_3 与锂调节到使 Alq_3 与锂之间的质量比等于1:0.01。

接着,用氧化钼和 α -NPD成形第二空穴发生层103,这是通过在电子发生层105上共-蒸发氧化钼和 α -NPD完成的。再有, α -NPD与氧化钼之间的质量比等于2:1。

阴极106用铝在第二空穴发生层103上成形。膜厚设定在100 nm厚。

在具有本发明上述结构的发光元件中,通过施加电压,空穴从第二空穴发生层103注入到第二电极。另外,电子从电子发生层105注入到发光层104中。另外,空穴从第一空穴发生层102注入到发光层104中。随后,注入的空穴和电子在发光层中复合,从而提供发自香豆素6的光。

在本实施方案中,光被从发光元件朝玻璃基材的成形发光元件的一侧抽出,而阴极106起反射电极的作用。另外,通过改变第二空穴发生层103的厚度,可调节在反射电极上反射后返回光的光学长度。据此,在反射电极上反射后射向玻璃基材方向的光与直接从发光元件射出的光之间的干涉状态发生改变。

图24是一幅曲线图,显示,当通过改变第二空穴发生层103的厚度来改变光学距离时,电流效率与从扩散着发光材料的层到反射电极的光学距离之间的关系。于是,可以看出,改变从扩散着发光材料的层到反射电极的光学距离,则发光效率周期地改变。调节光学距离,就可以改善或抑制发光效率。

图25是表示,在140 nm~280 nm之间改变第二空穴发生层

103 的厚度的情况下发光光谱的变化。第二空穴发生层 103 的厚度在元件 1 中是 140 nm，在元件 2 中是 160 nm，在元件 3 中是 180 nm，在元件 4 中是 200 nm，在元件 5 中是 220 nm，在元件 6 中是 240 nm，在元件 7 中是 260 nm，并且在元件 8 中是 280 nm。从图中可以看出，当从扩散着发光材料的层到反射电极的光学距离通过改变第二空穴发生层 103 的厚度而改变时，光的最大波长和光谱形状发生了改变。据此，就有可能通过调节光学距离控制从发光元件发出的光的颜色或颜色纯度。

本申请基于日本专利申请序列号 2004-227734,2004 年 08 月 04 日提交到日本专利办公室，在此将其全部内容收作参考。

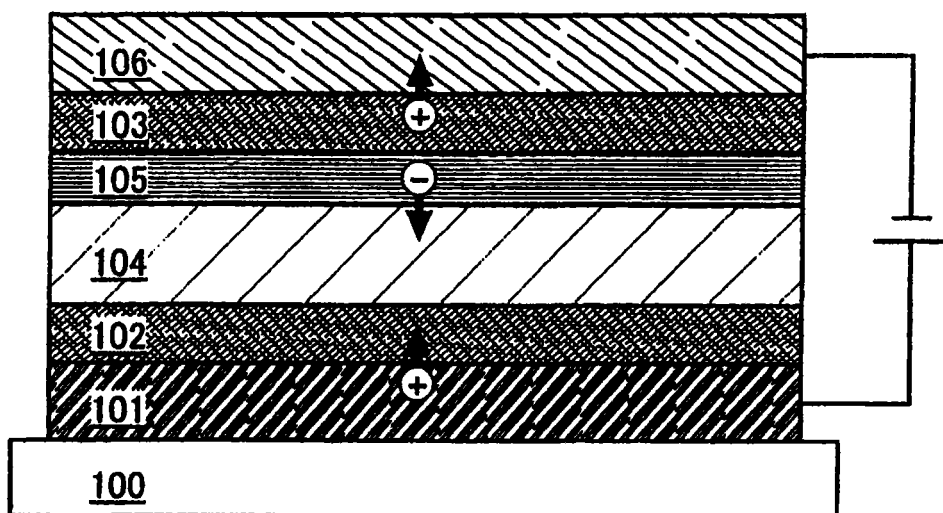


图 1

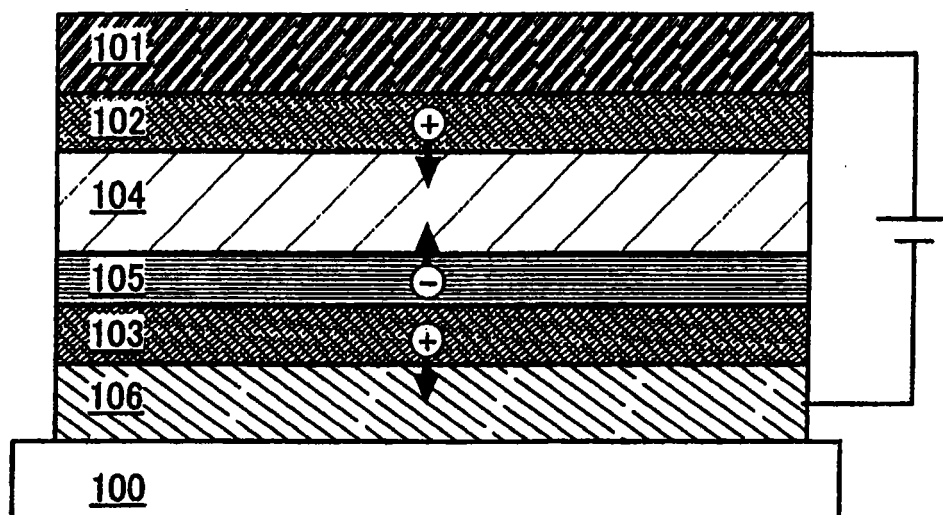


图 2

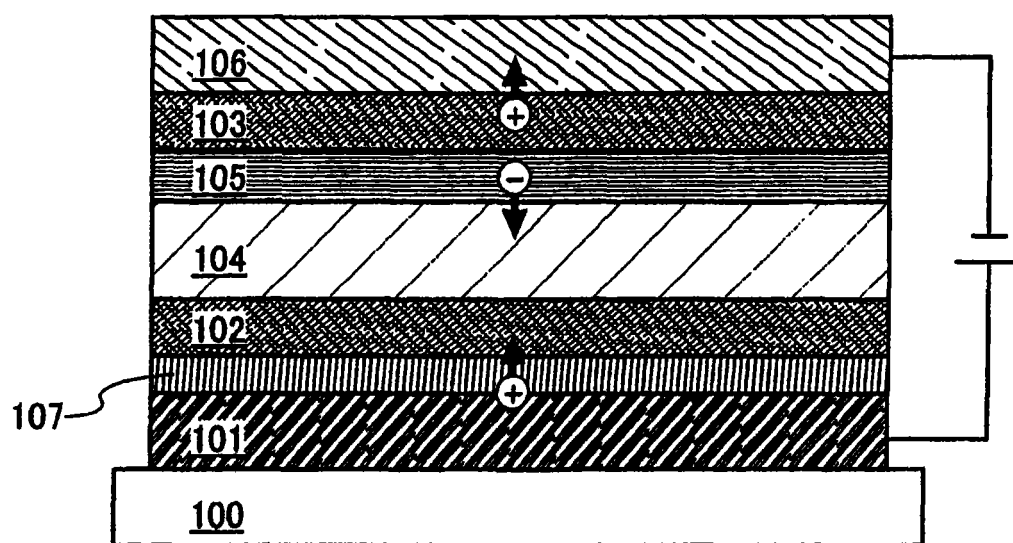


图 3

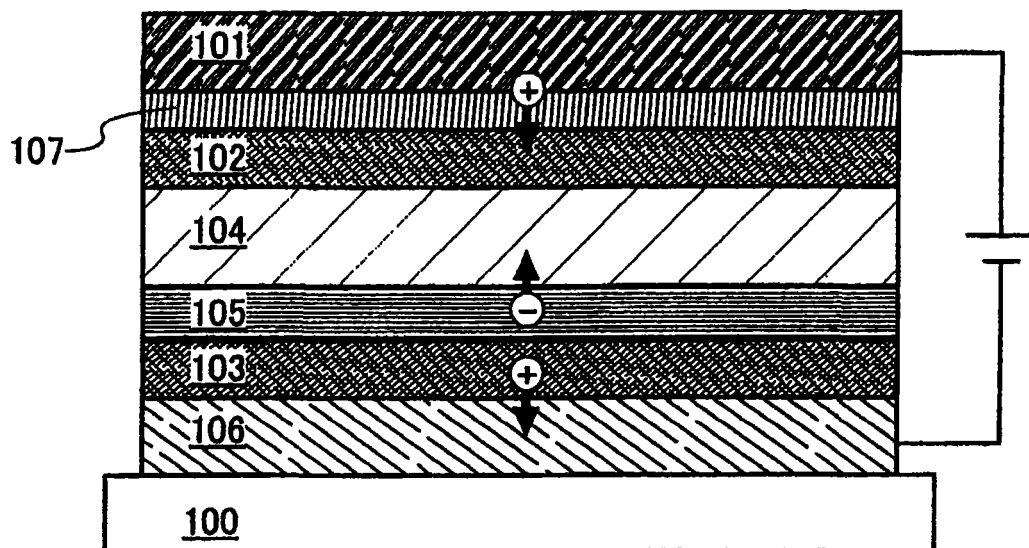


图 4

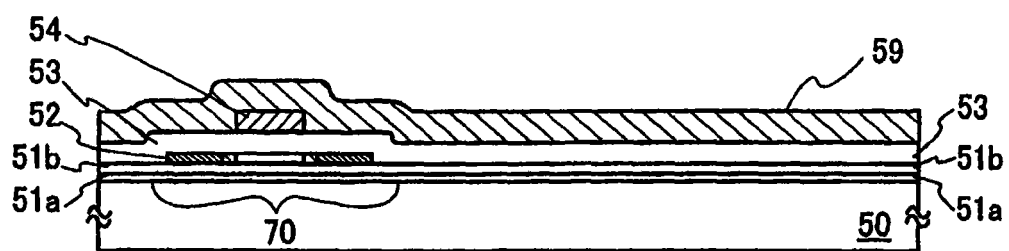


图 5A

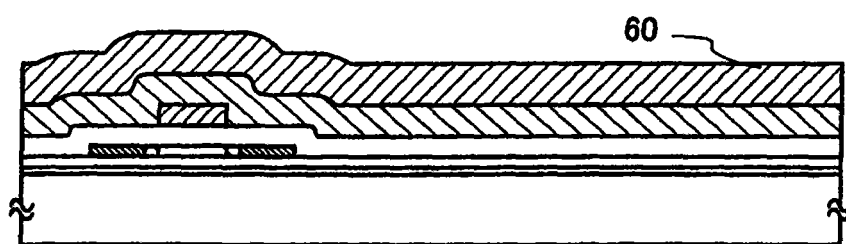


图 5B

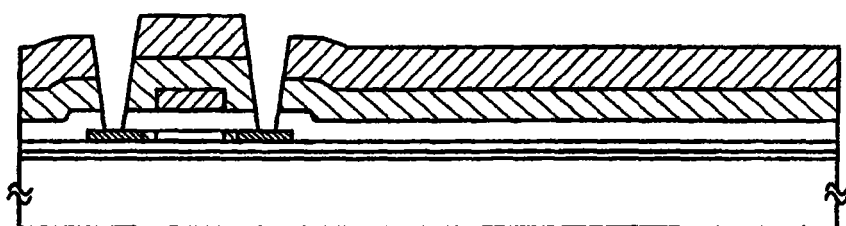


图 5C

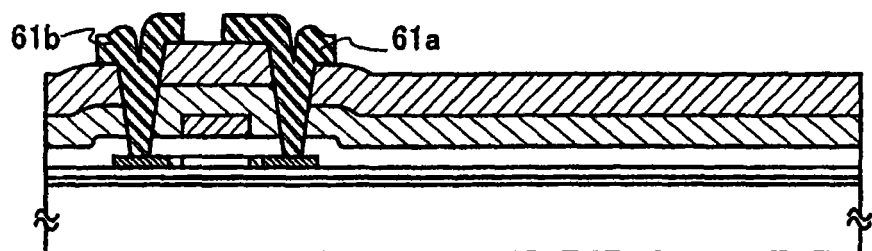


图 5D

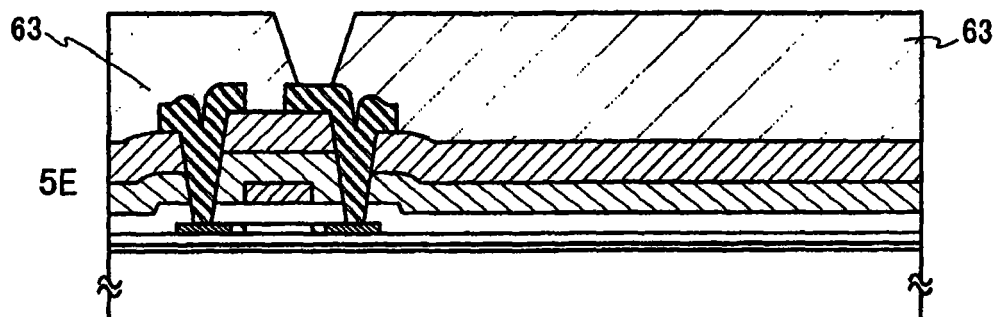
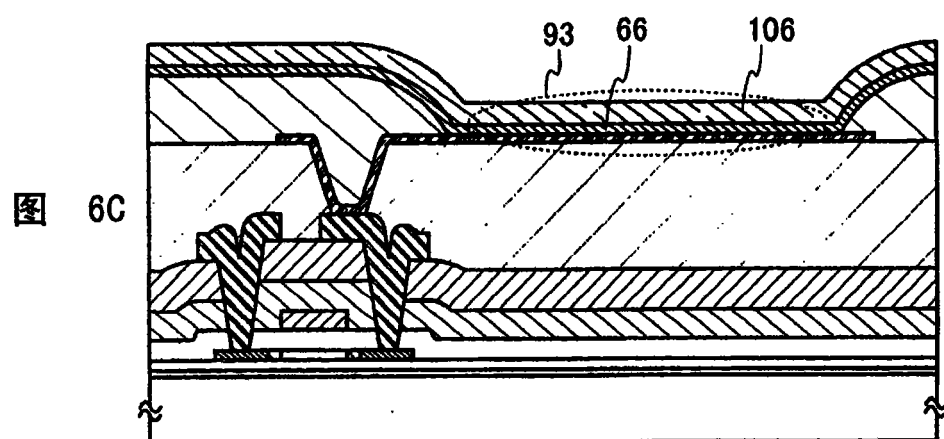
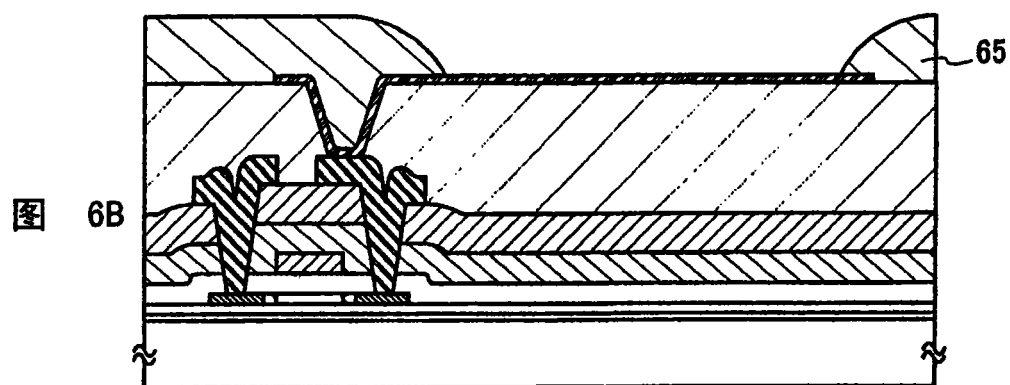
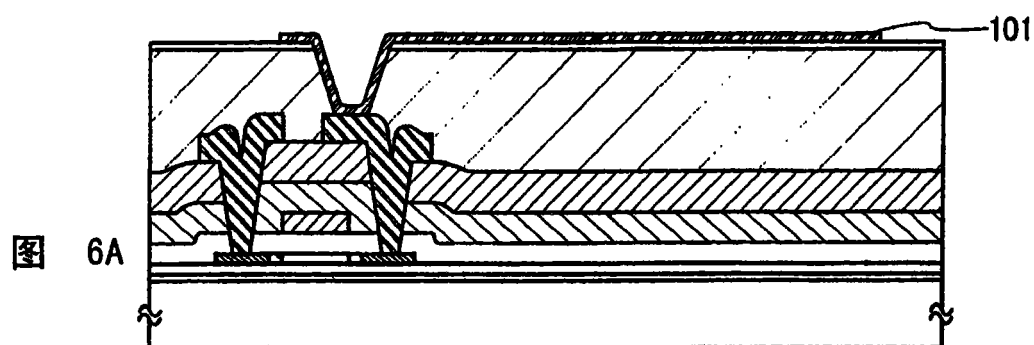


图 5E



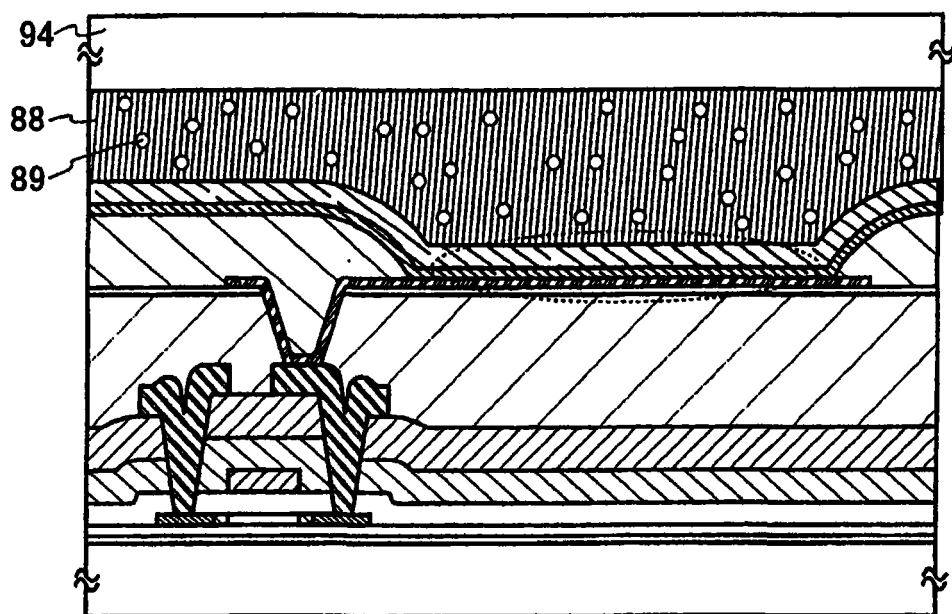


图 7A

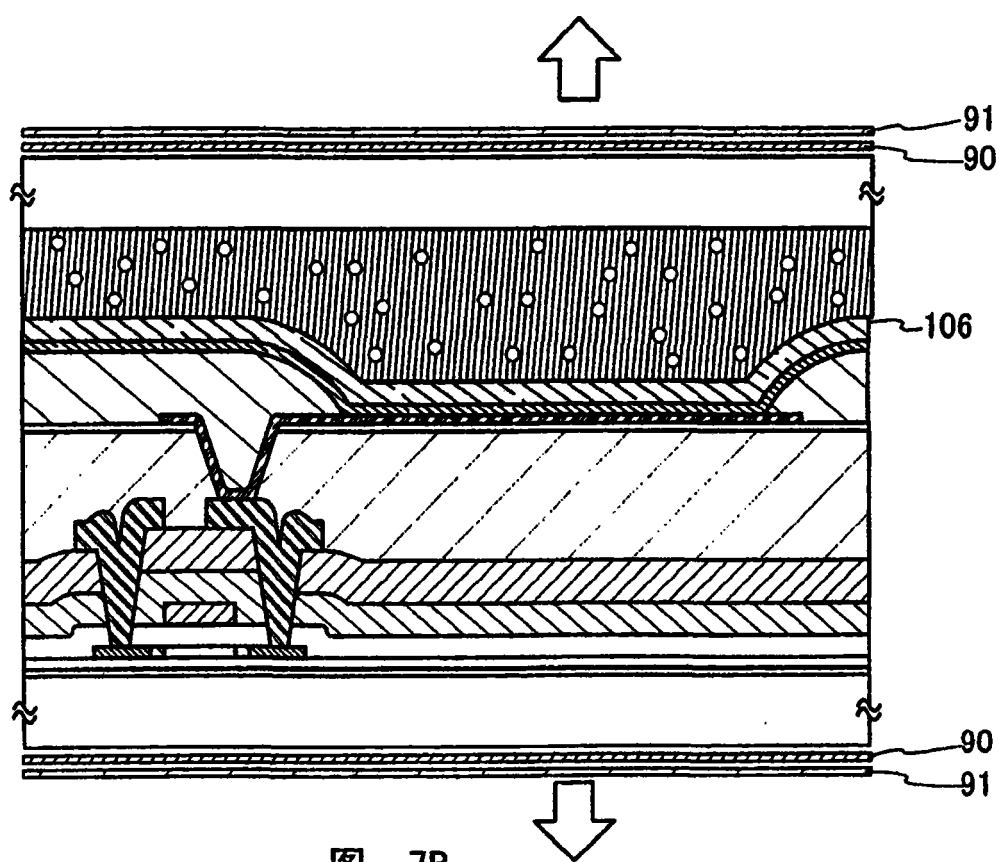
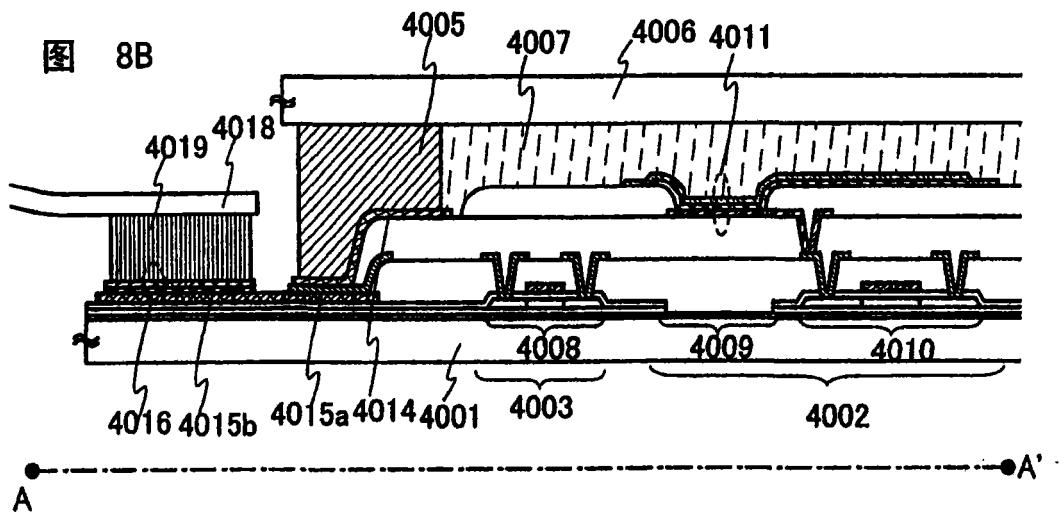
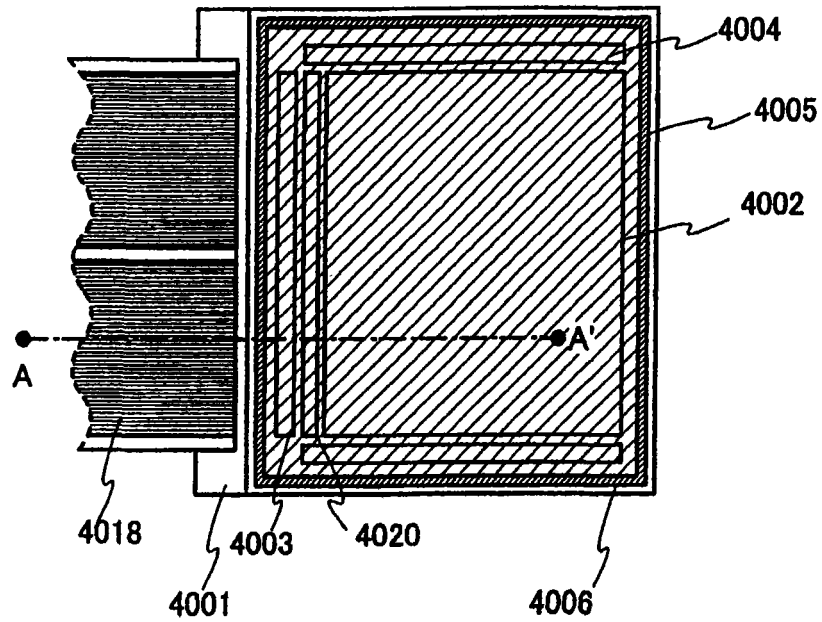


图 7B

图 8A



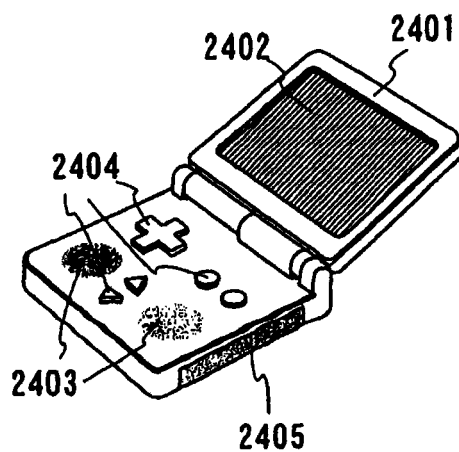
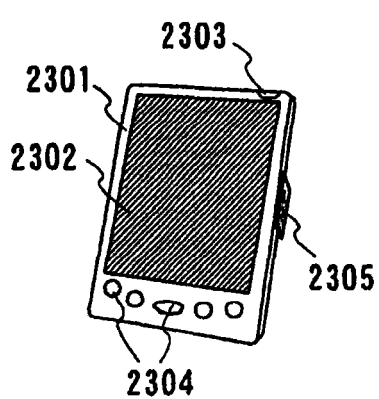
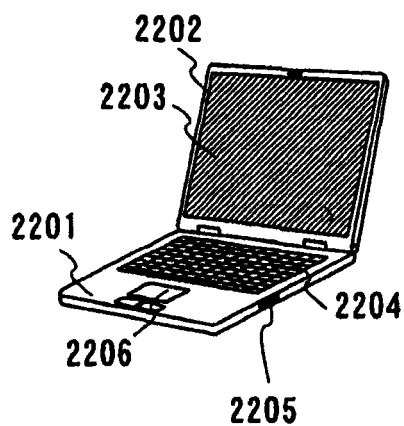
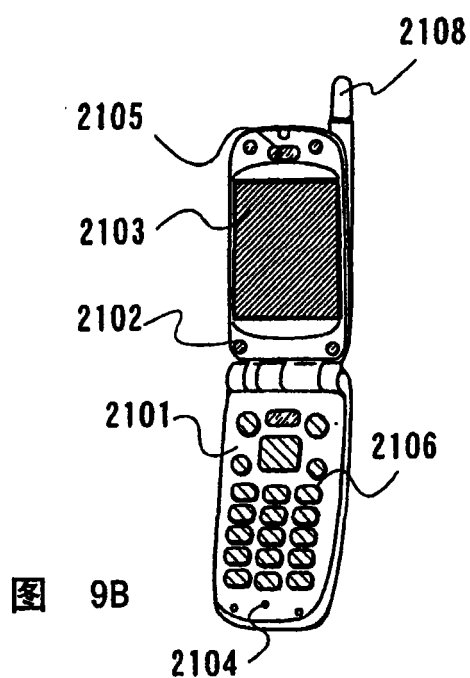
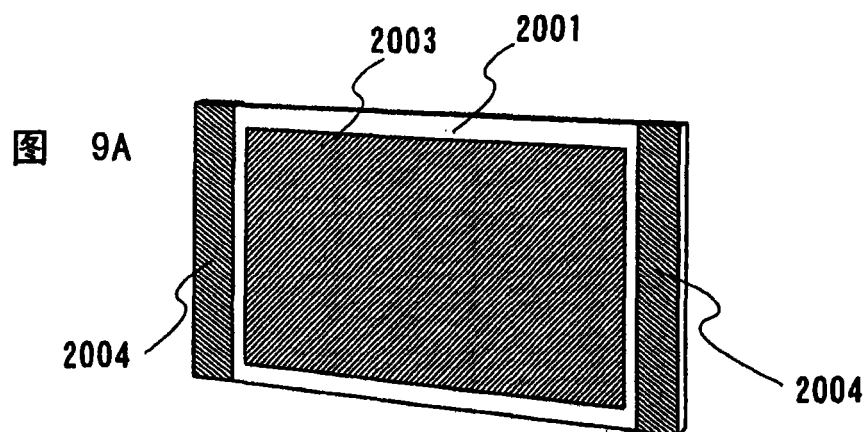


图 10A

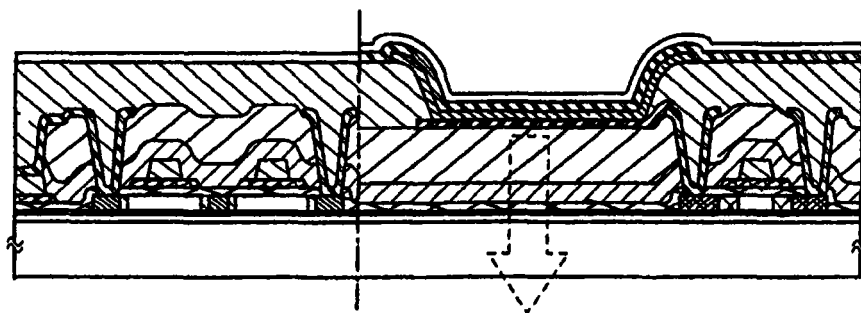


图 10B

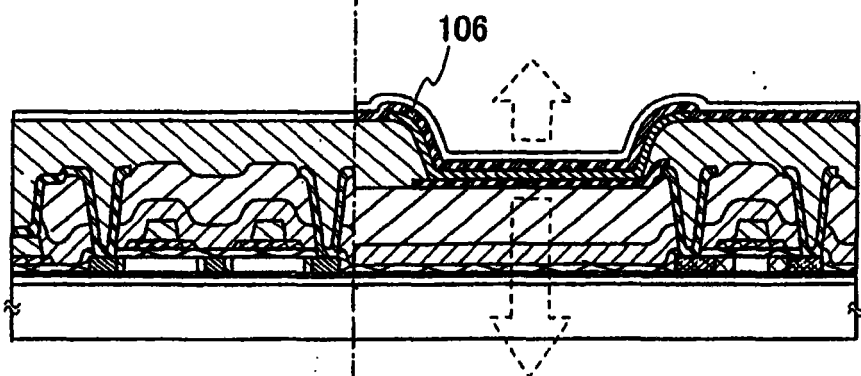
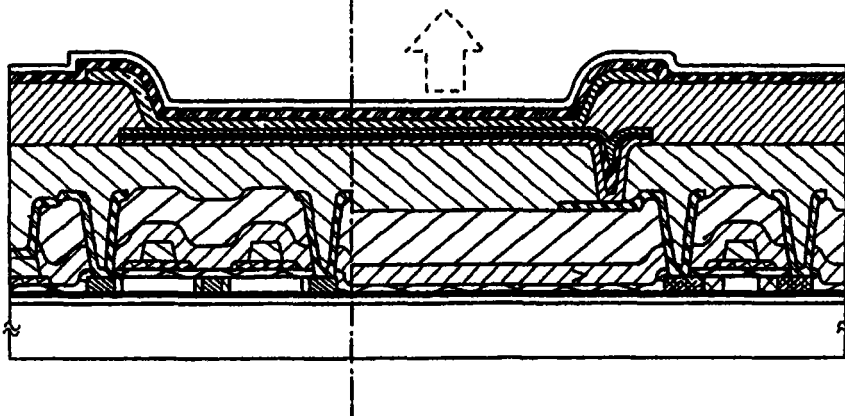


图 10C



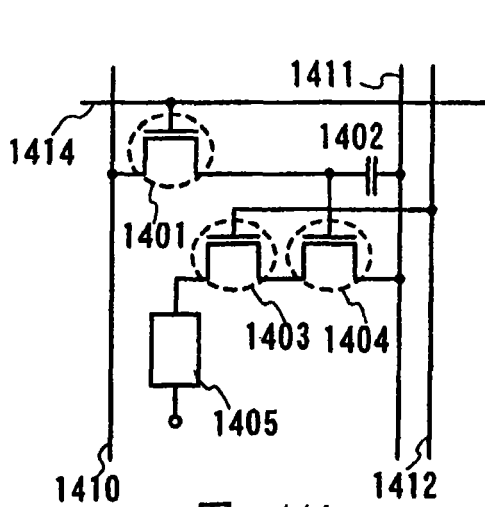


图 11A

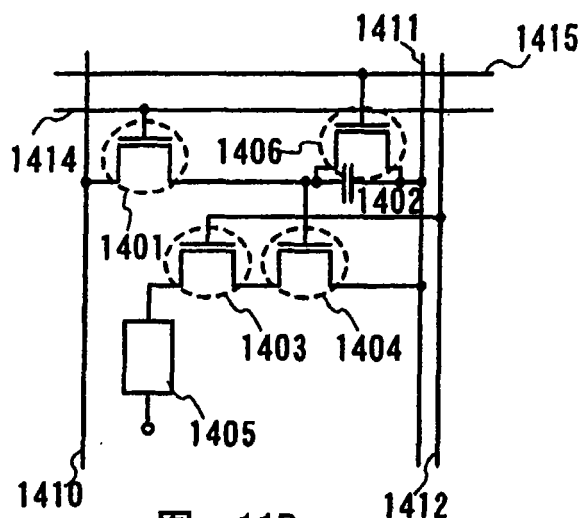


图 11B

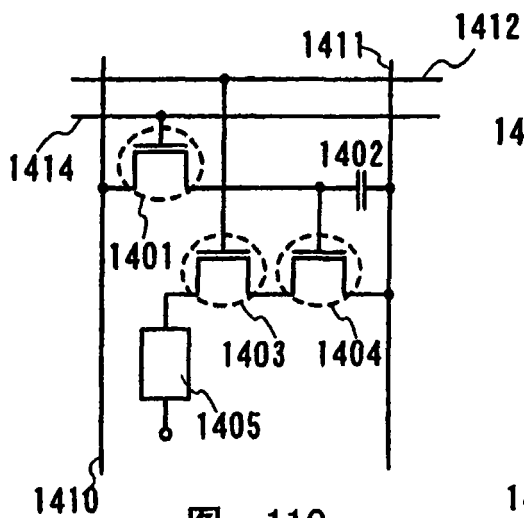


图 11C

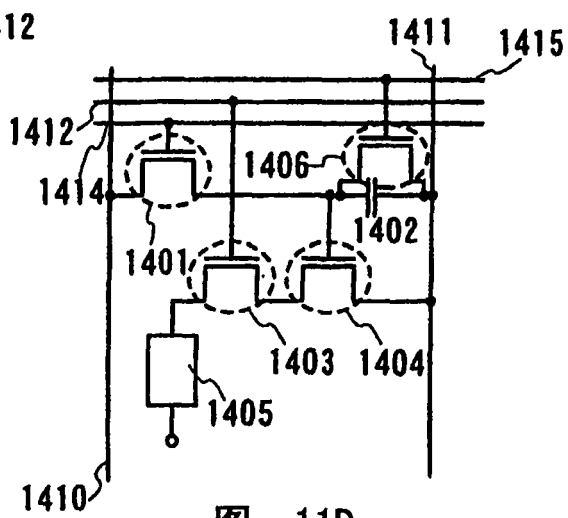


图 11D

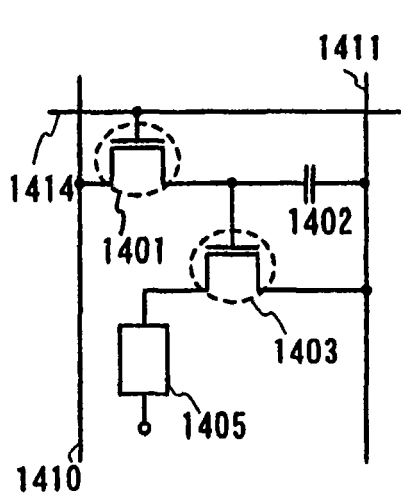


图 11E

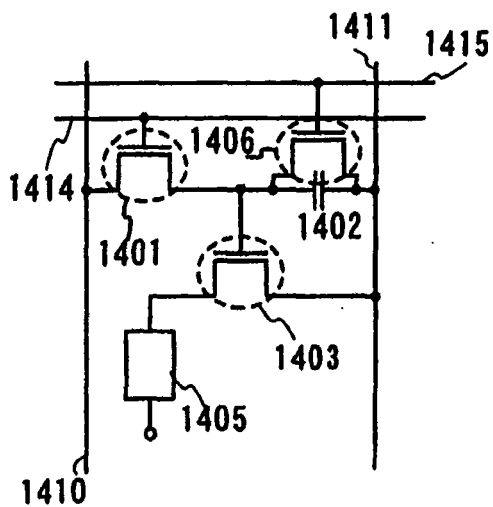


图 11F

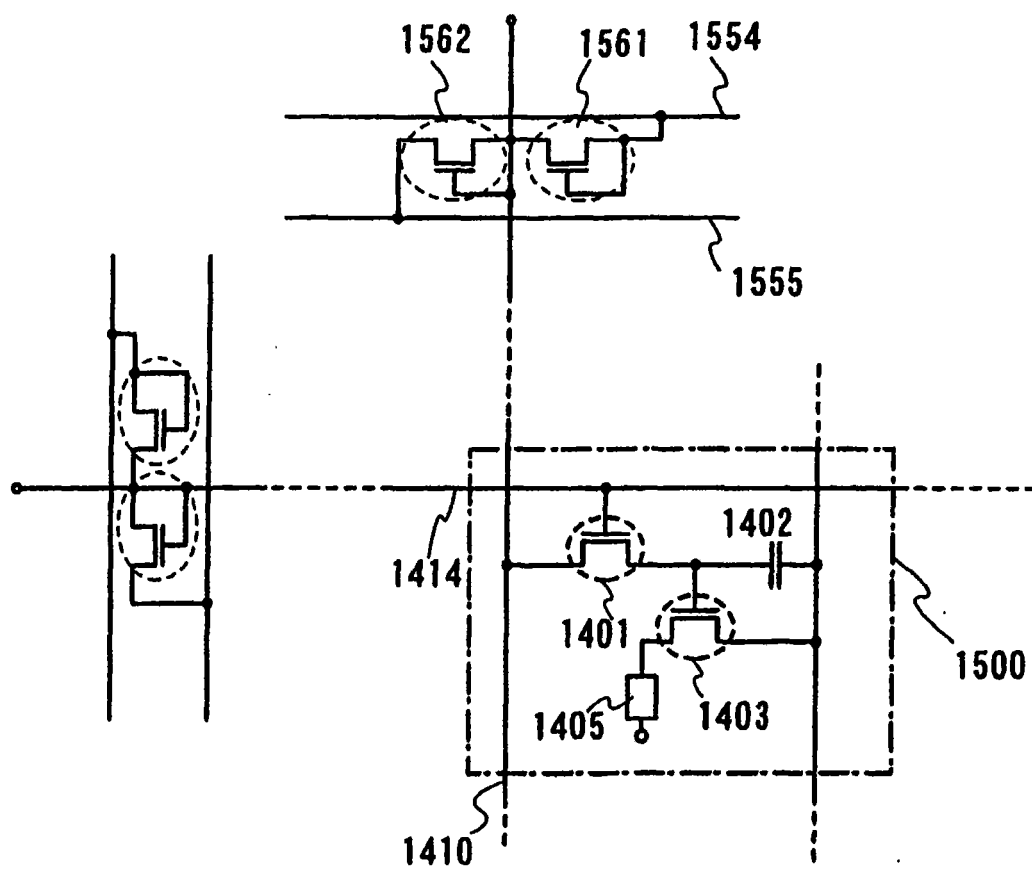


图 12

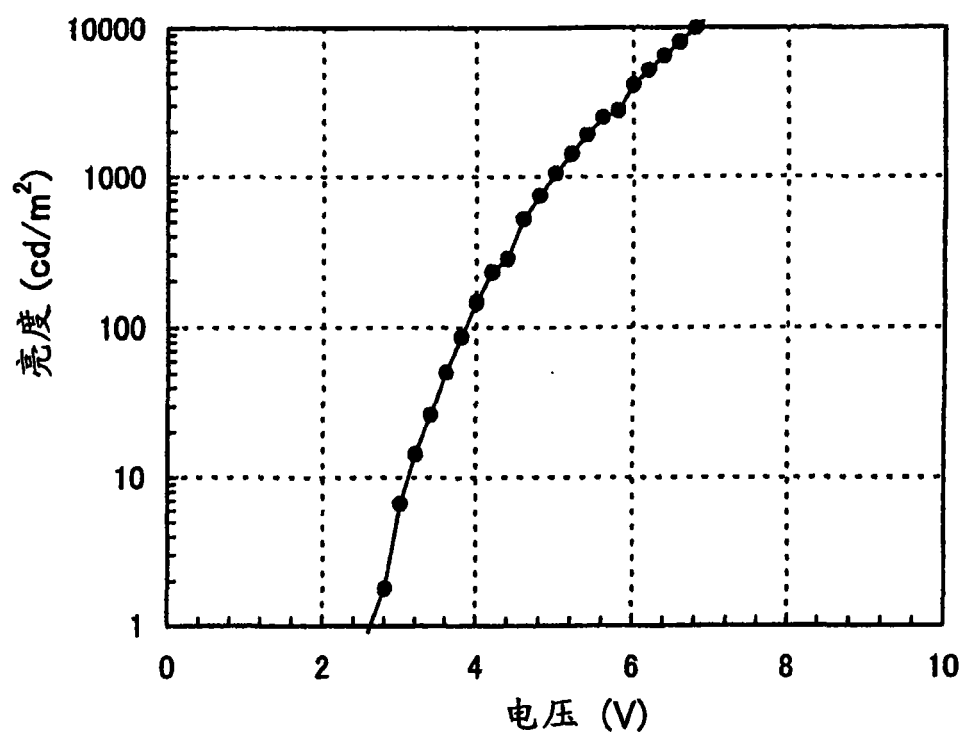


图 13

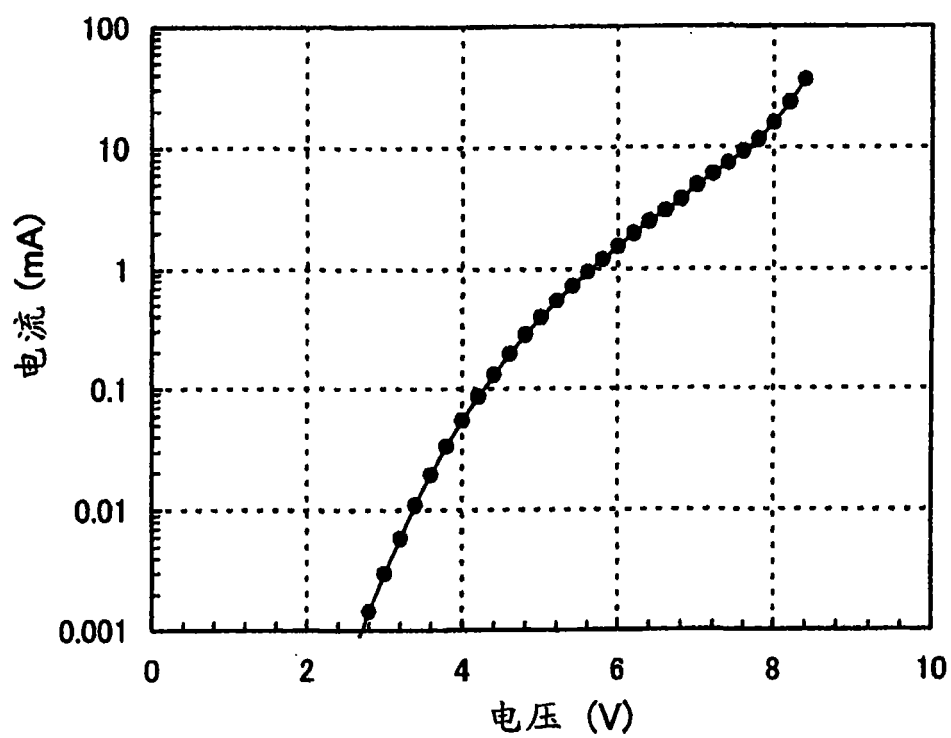


图 14

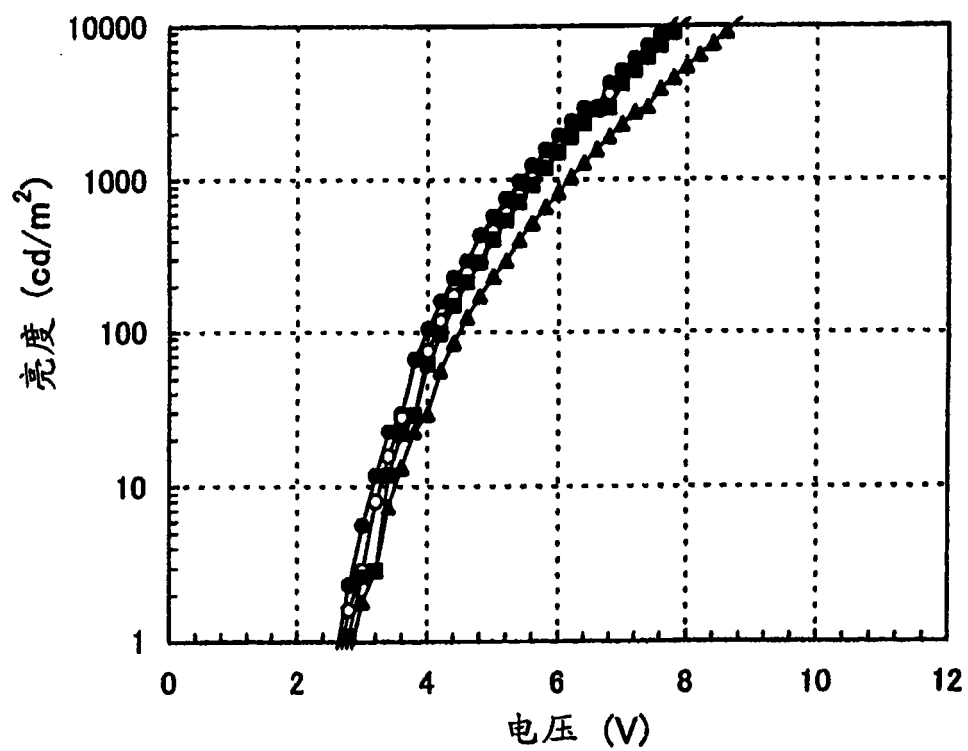


图 15

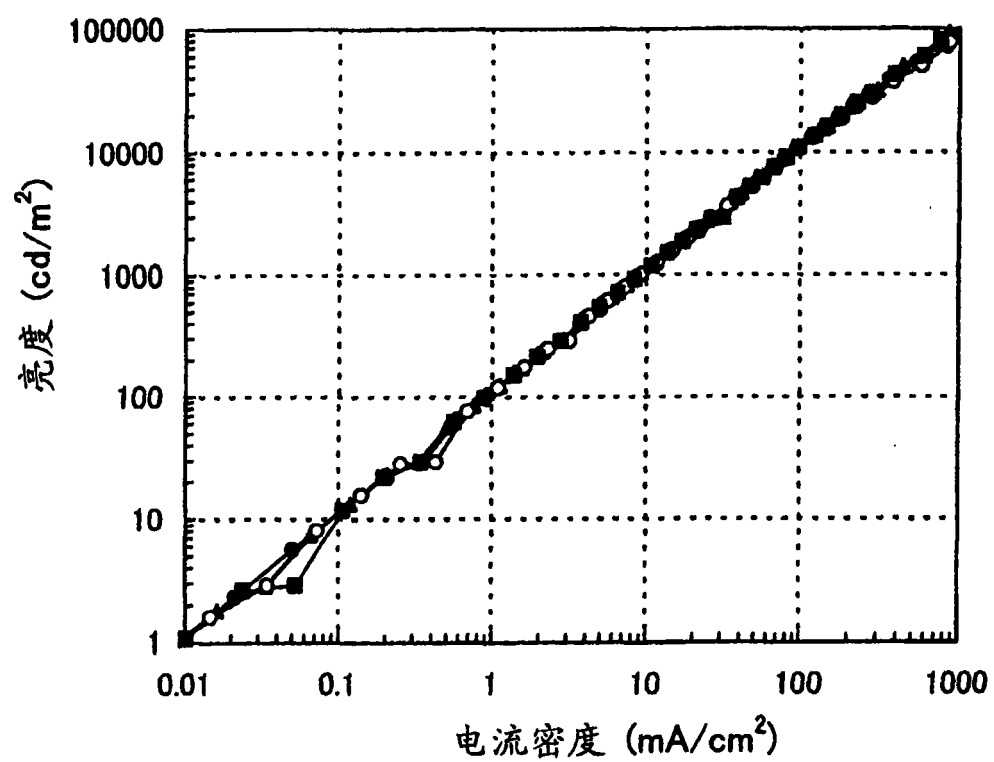


图 16

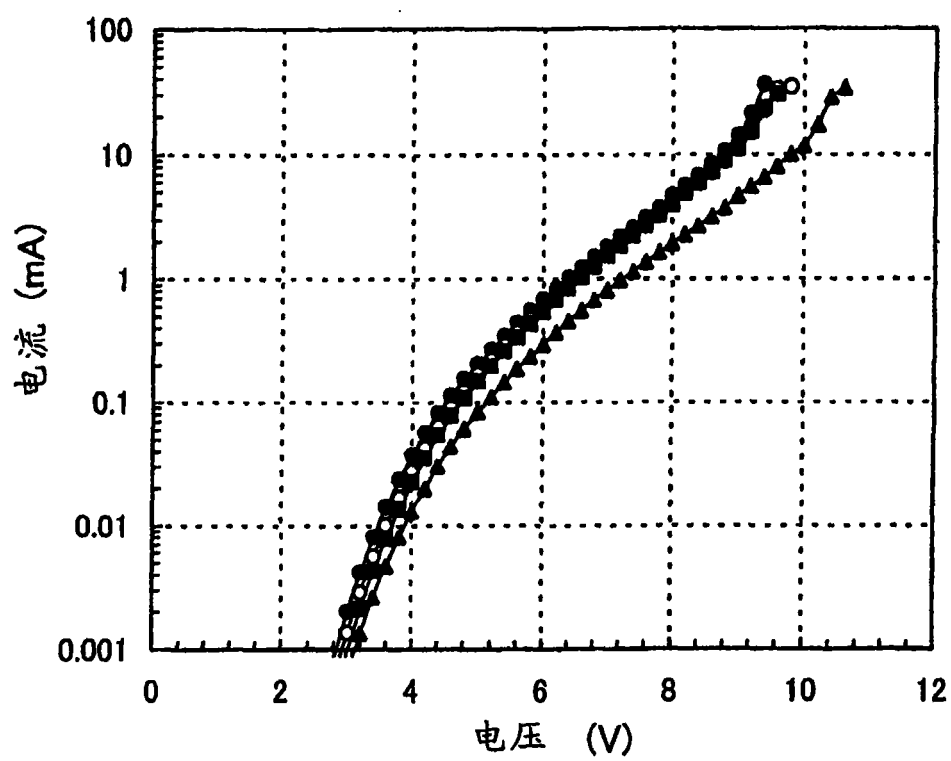


图 17

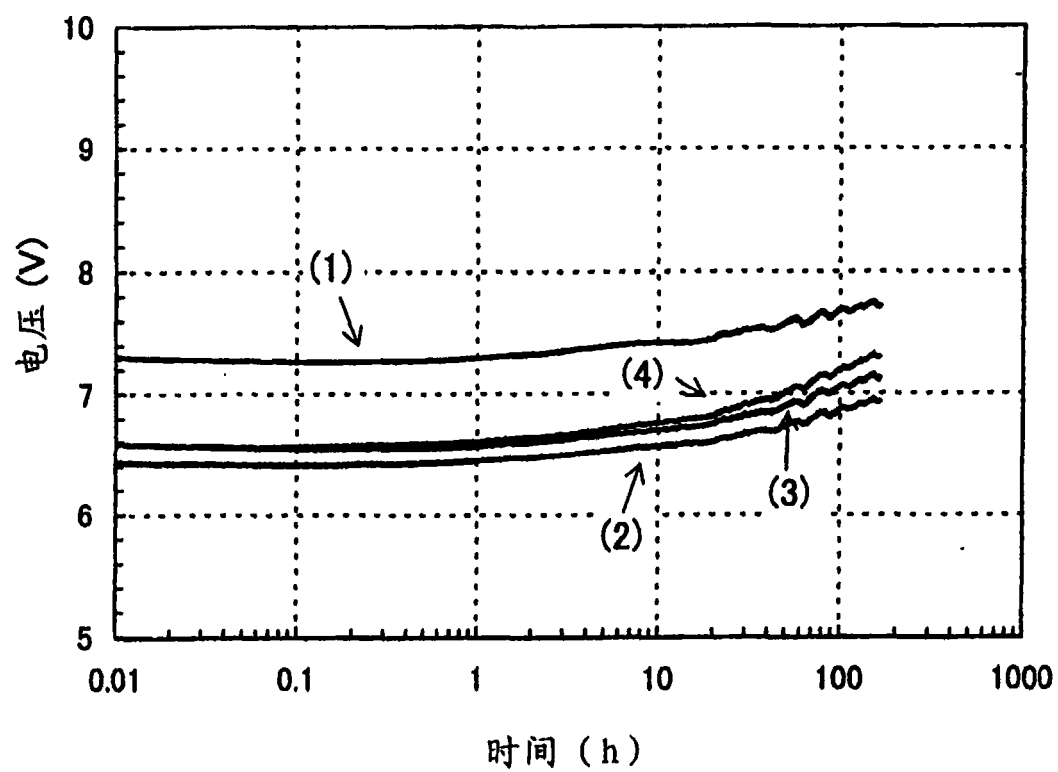


图 18

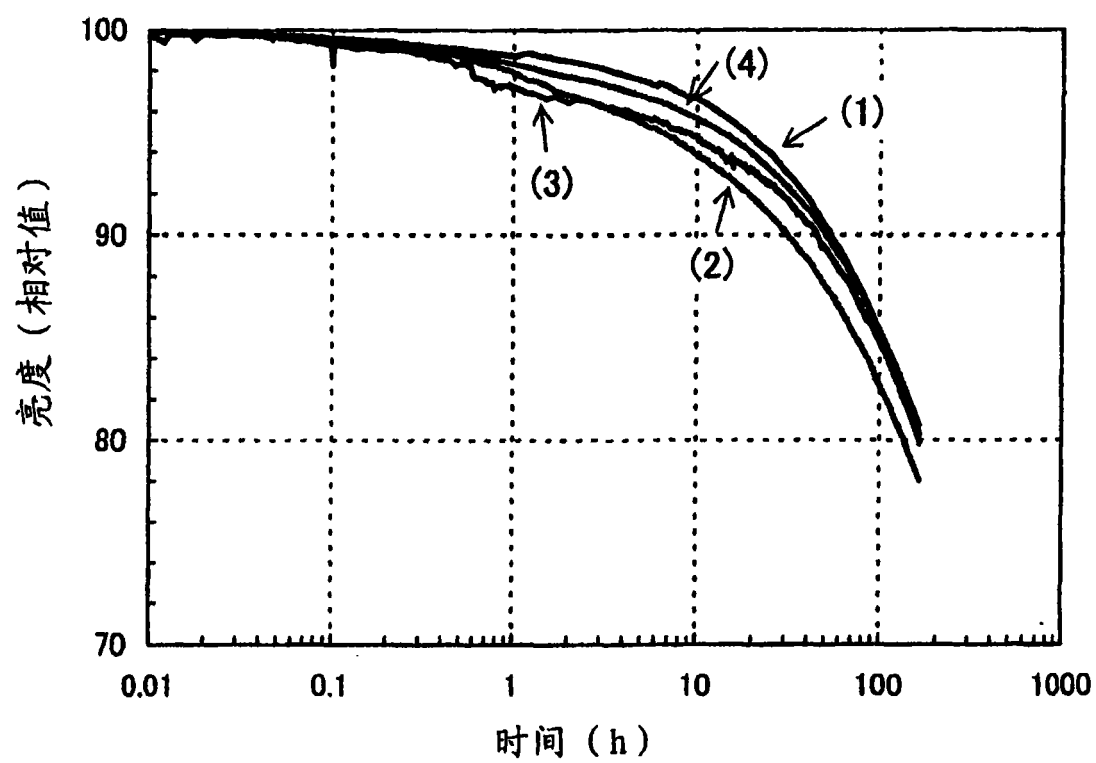


图 19

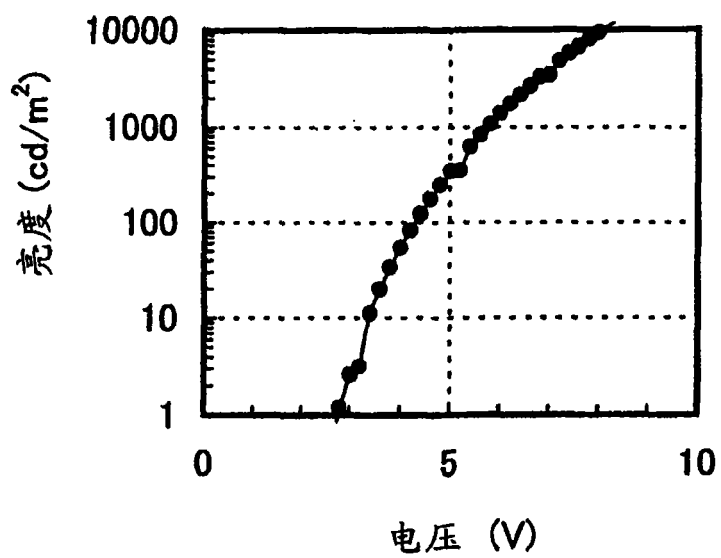


图 20

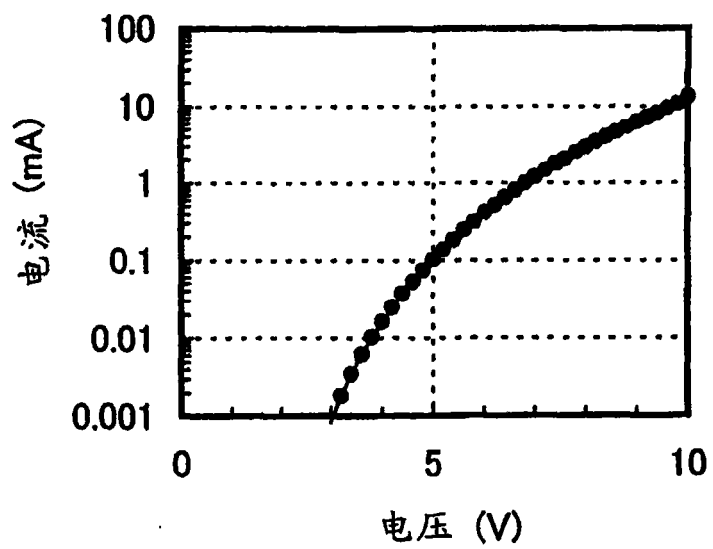


图 21

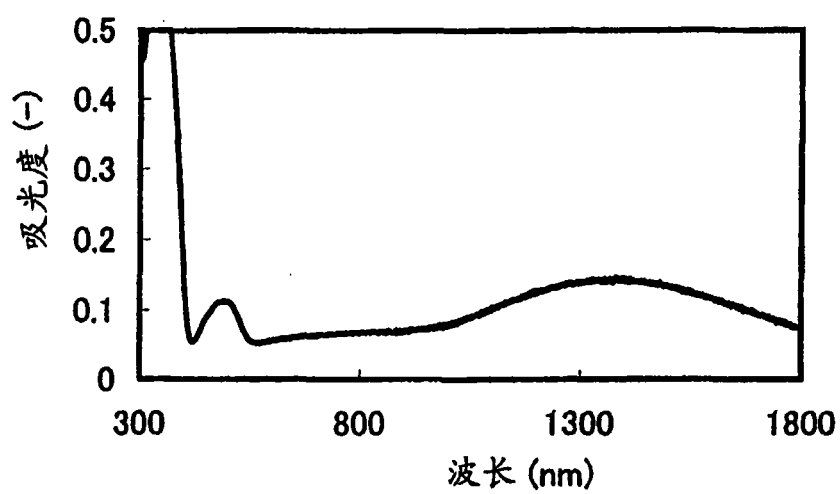


图 22A

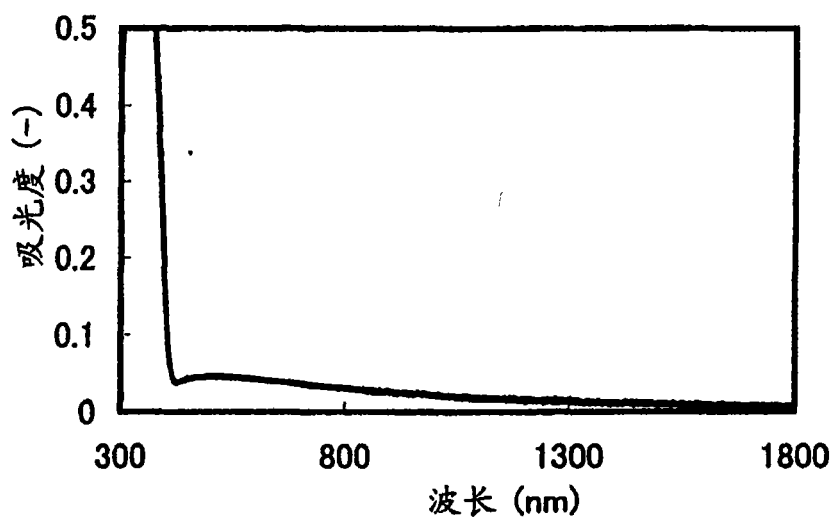


图 22B

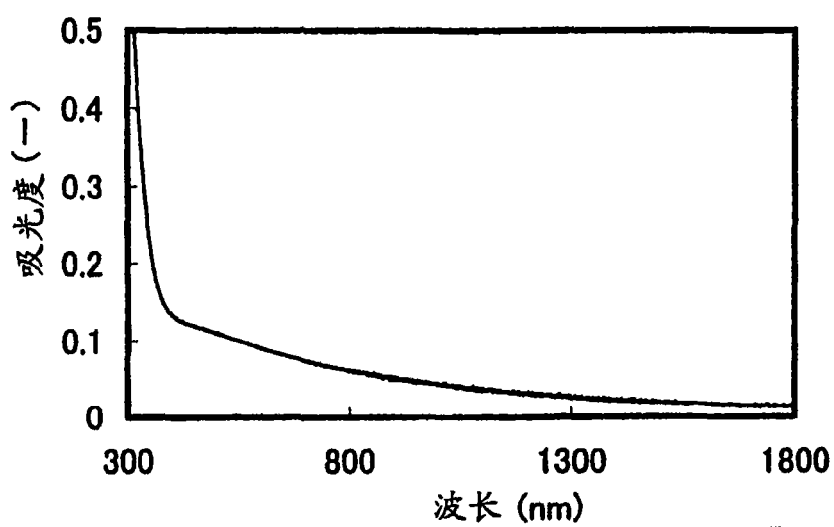


图 22C

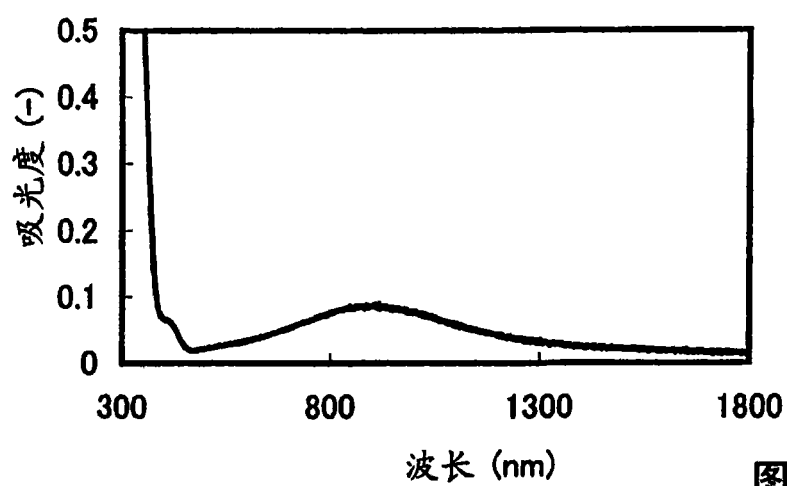


图 23A

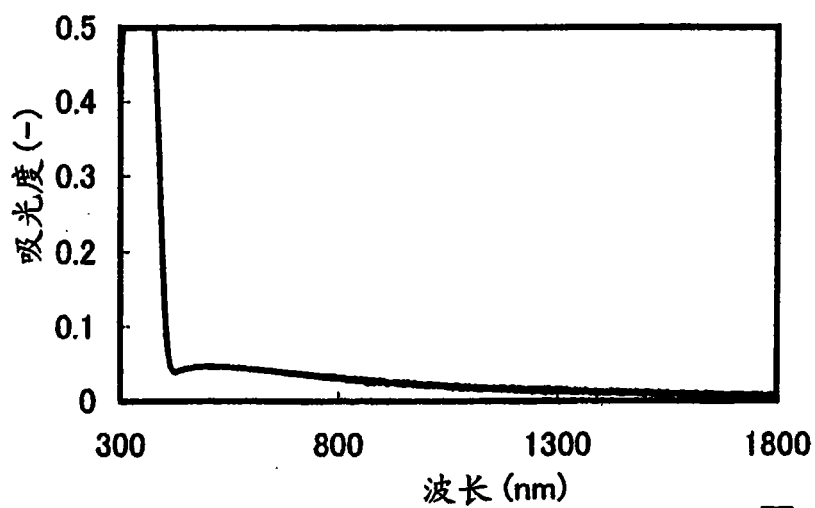


图 23B

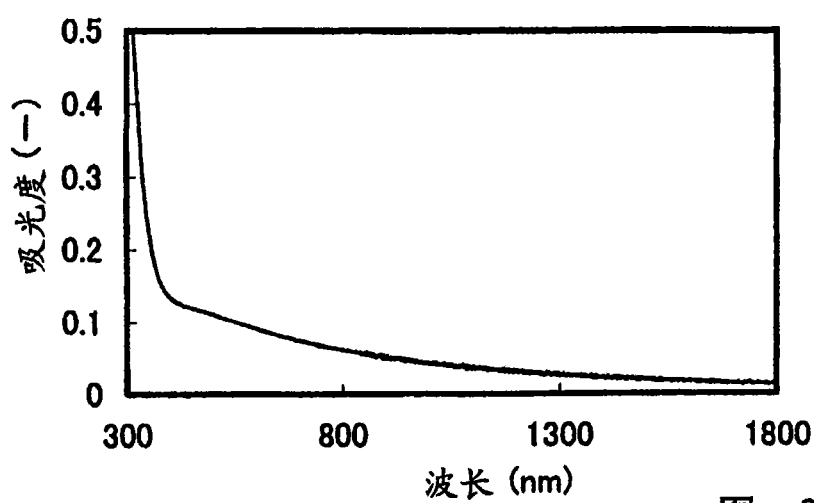


图 23C

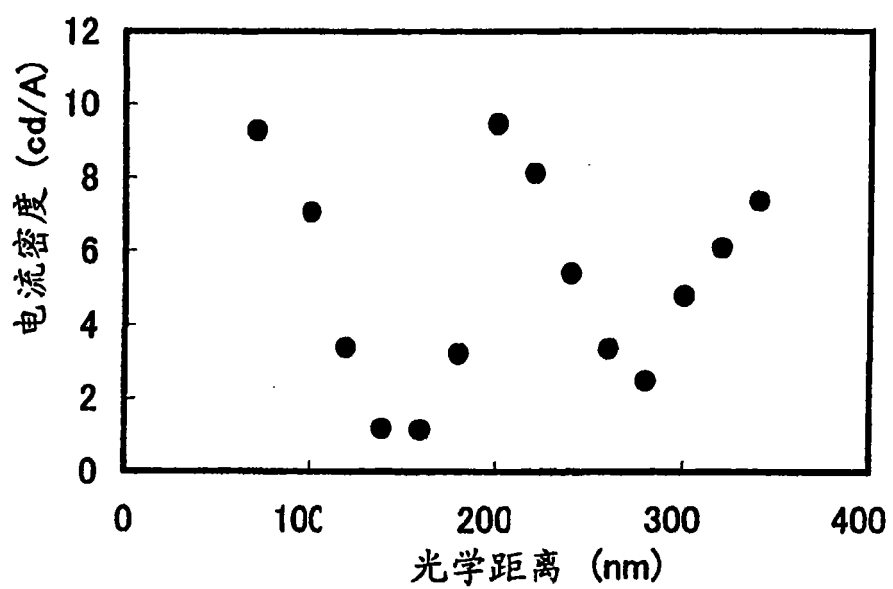


图 24

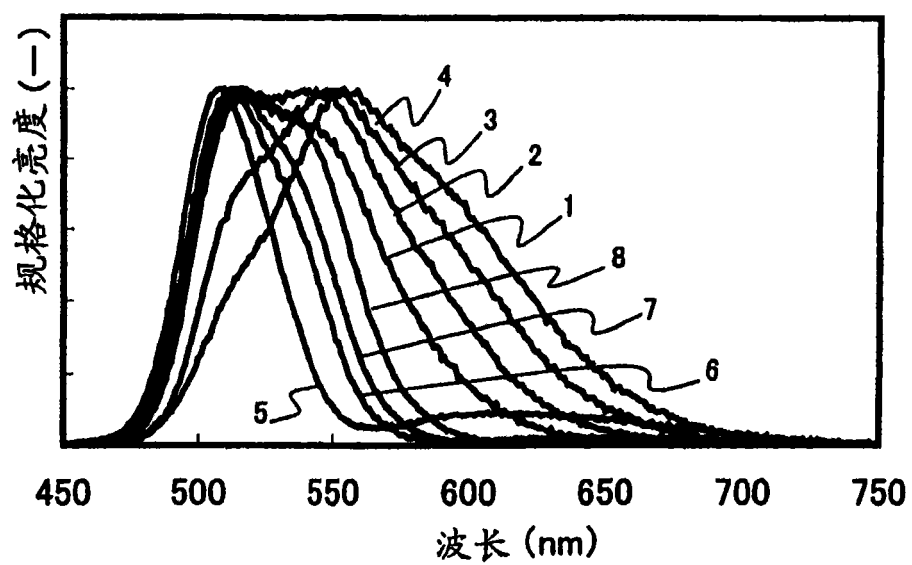


图 25

专利名称(译)	发光元件、显示器件及电子器具		
公开(公告)号	CN101562236A	公开(公告)日	2009-10-21
申请号	CN200910145408.7	申请日	2005-08-04
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
[标]发明人	熊木大介 濑尾哲史		
发明人	熊木大介 濑尾哲史		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/5052 H01L2251/558 H01L51/5048 H01L51/5076 H01L51/5056 H01L51/506 H01L51/5068 H01L51/5072		
代理人(译)	林毅斌 孙秀武		
优先权	2004227734 2004-08-04 JP		
其他公开文献	CN101562236B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种具有驱动电压比较低的结构的发光元件和驱动电压随时间升高少的发光元件。另外，本发明提供一种驱动电压和驱动电压随时间升高小并且可耐长期使用的显示器件。发光元件中接触电极的层是含P - 型半导体的层或空穴发生层，例如，含具有电子接受性质的材料的有机化合物层。发光层被夹在空穴发生层之间，并且电子发生层被夹在发光层与阳极侧空穴发生层之间。

$$\sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k \leq \frac{(2m-1)\lambda}{4} \leq n_1 d_1 + \sum_{k=2}^{j-1} n_k d_k$$