

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580033466.0

[45] 授权公告日 2010年1月20日

[11] 授权公告号 CN 100583491C

[22] 申请日 2005.9.26

[21] 申请号 200580033466.0

[30] 优先权

[32] 2004.10.1 [33] JP [31] 290678/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/018225 2005.9.26

[87] 国际公布 WO2006/038573 英 2006.4.13

[85] 进入国家阶段日期 2007.4.2

[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 山崎舜平 池田寿雄 濑尾哲史

熊木大介 坂田淳一郎

[56] 参考文献

CN 1447629 A 2003.10.8

JP 10-270172 A 1998.10.9

JP 2000-315581 A 2000.11.14

US 2003/0127967 A1 2003.7.10

CN 1280394 A 2001.1.17

JP 2000-306669 A 2000.11.2

审查员 王 鹏

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张雪梅 刘宗杰

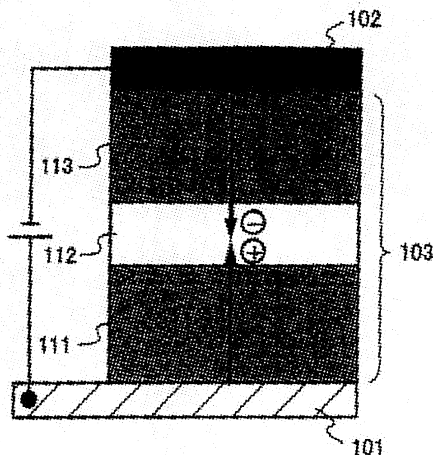
权利要求书4页 说明书23页 附图11页

[54] 发明名称

发光元件和发光器件

[57] 摘要

本发明提供一种在第一电极和第二电极之间夹有混合了有机化合物和无机化合物的复合层的发光元件，复合层包括第一层、第二层和第三层，第一层包括第一有机化合物和对第一有机化合物显示出电子接受性质的第一无机化合物(用作电子受主)，第二层包括第二有机化合物和第二无机化合物，第三层包括第三有机化合物和对第三有机化合物显示出供电子性质的第三无机化合物(用作电子施主)。



1. 一种发光元件，包括：

第一电极和第二电极；

形成在第一电极和第二电极之间的第一层，所述第一层包括空穴输送有机化合物和对该空穴输送有机化合物显示出电子接受性质的第一无机化合物；

形成在第一层和第二电极之间的第二层，所述第二层包括发光的有机化合物和第二无机化合物；和

形成在该第二层和该第二电极之间的第三层，所述第三层包括电子输送有机化合物和对该电子输送有机化合物显示出供电子性质的第三无机化合物；

其中所述第二无机化合物选自金属卤化物、金属氧化物和金属氮化物。

2. 根据权利要求1的发光元件，其中所述空穴输送有机化合物是具有芳族胺构架的有机化合物。

3. 根据权利要求1的发光元件，其中所述电子输送有机化合物是具有包括芳环的螯合配体的螯合金属络合物、具有二氮杂菲构架的有机化合物和具有噁二唑构架的有机化合物中的一种。

4. 根据权利要求1的发光元件，其中所述第一无机化合物是金属氧化物。

5. 根据权利要求1的发光元件，其中所述第一无机化合物是具有属于周期表中4至12族中任一族的过渡金属的过渡金属氧化物。

6. 根据权利要求1的发光元件，其中所述第一无机化合物选自由氧化钒、氧化钼、氧化钨和氧化铪构成的组。

7. 根据权利要求1的发光元件，其中所述第一无机化合物是金属氮化物。

8. 根据权利要求1的发光元件，其中所述金属氧化物具有属于周期表中13或14族中任一族的金属。

9. 根据权利要求1的发光元件，其中所述金属氧化物选自由氧化铝、氧化镓、氧化硅和氧化锗构成的组。

10. 根据权利要求1的发光元件，其中第三无机化合物是金属氧化物。

11. 根据权利要求 1 的发光元件, 其中所述第三无机化合物是碱金属氧化物、碱土金属氧化物和稀土金属氧化物中的一种。

12. 根据权利要求 1 的发光元件, 其中所述第三无机化合物选自氧化锂、氧化钡、氧化锶和氧化铷中的一种。

13. 根据权利要求 1 的发光元件, 其中所述第三无机化合物是金属氮化物。

14. 根据权利要求 1 的发光元件, 其中所述第三无机化合物是碱金属氮化物、碱土金属氮化物和稀土金属氮化物中的一种。

15. 根据权利要求 1 的发光元件, 其中所述第三无机化合物选自由氮化锂、氮化镁和氮化钙构成的组。

16. 根据权利要求 1 的发光元件, 其中该发光元件并入选自由摄像机、数字照相机、护目镜型显示器、头戴显示器、导航系统、声音再现装置、车内音频系统、音频部件、个人计算机、游戏机、个人数字助理、移动计算机、蜂窝电话、便携式游戏机、电子书籍和装配有记录媒质的图像再现装置构成的组的电子设备中。

17. 一种发光元件, 包括:

第一电极和第二电极;

形成在第一电极和第二电极之间的第一层, 所述第一层包括第一空穴输送有机化合物和对该第一空穴输送有机化合物显示出电子接受性质的第一无机化合物;

形成在该第一层和该第二电极之间的第二层, 所述第二层包括发光的有机化合物和第二无机化合物; 和

形成在该第二层和该第二电极之间的第三层, 所述第三层包括电子输送有机化合物和对该电子输送有机化合物显示出供电子性质的第三无机化合物; 和

形成在该第三层和该第二电极之间的第四层, 所述第四层包括第二空穴输送有机化合物和对该第二空穴输送有机化合物显示出接受电子性质的第四无机化合物;

其中所述第二无机化合物选自金属卤化物、金属氧化物和金属氮化物。

18. 根据权利要求 17 的发光元件, 其中所述第一空穴输送有机化合物和所述第二空穴输送有机化合物中的至少之一是具有芳族胺构架

的有机化合物。

19. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述电子输送有机化合物是具有包括芳环的螯合配体的螯合金属络合物、具有二氮杂菲构架的有机化合物和具有噁二唑构架的有机化合物中的一种。

20. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第一无机化合物和所述第四无机化合物中至少之一是金属氧化物。

21. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第一无机化合物和所述第四无机化合物中至少之一是具有属于周期表中 4 至 12 族中任一族的过渡金属的过渡金属氧化物。

22. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第一无机化合物和所述第四无机化合物中至少之一选自氧化钒、氧化钼、氧化钨和氧化铼构成的组。

23. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第一无机化合物和所述第四无机化合物中至少之一是金属氮化物。

24. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述金属氧化物具有属于周期表中 13 或 14 族中任一族的金属。

25. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述金属氧化物选自氧化铝、氧化镓、氧化硅和氧化锗构成的组。

26. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第三无机化合物是金属氧化物。

27. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第三无机化合物是碱金属氧化物、碱土金属氧化物和稀土金属氧化物中的一种。

28. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第三无机化合物选自氧化锂、氧化钡、氧化铯和氧化铷中的一种。

29. 根据权利要求 17 的发光元件，其中第三无机化合物是金属氮化物。

30. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第三无机化合物是碱金属氮化物、碱土金属氮化物和稀土金属氮化物中的一种。

31. 根据权利要求 17 的发光元件，其中所述第三无机化合物选自氮化锂、氮化镁和氮化钙构成的组。

32. 根据权利要求 17 的发光元件，其中该发光元件并入选自由摄像机、数字照相机、护目镜型显示器、头戴显示器、导航系统、声音

再现装置、车内音频系统、音频部件、个人计算机、游戏机、个人数字助理、移动计算机、蜂窝电话、便携式游戏机、电子书籍和装配有记录媒质的图像再现装置构成的组的电子设备中。

发光元件和发光器件

技术领域

本发明涉及一种发光元件，尤其是涉及一种包括其中混合了有机化合物和无机化合物的复合层的发光元件，另外，涉及一种包括发光元件的发光器件。

背景技术

近来，通过向有机化合物施加电流提供高亮度的发光元件，例如利用发光有机化合物的发光元件（称为有机发光二极管[OLED]或有机EL元件，并在下文称为有机EL元件），已引起了许多关注。

在有机EL元件的基本结构中，包括发光有机化合物的层（发光层）夹在一对电极之间。通过向该元件施加电压，电子和空穴分别从该对电极输送到发光元件，电流流动。然后，那些载流子（电子和空穴）复合以通过发光有机化合物产生激发态，并且在激发态回到基态时产生了发光。

要注意，由有机化合物产生的激发态可以是单重激发态和三重激发态的类型，并且来自单重激发态的发光称为荧光，来自三重激发态的发光称为磷光。

由于该有机EL元件通常通过利用接近亚微米的薄膜形成，所以很大的好处是有机EL元件可以制造得薄且重量轻。另外，由于从载流子注入到发光的时间为微秒级以下，所以还有一个特征是响应速度相当快。而且，由于在几伏至几十伏的直流电压可以获得足够的亮度，所以功耗比较低。由于这些优点，有机EL元件作为下一代平板显示器已获得了许多关注。

另外，由于有机EL元件形成为薄膜状，所以通过形成大面积元件容易获得平面状光发射。在由白炽灯和LED为代表的点光源或由荧光为代表的线光源中难以获得该特征。因此，有机EL元件还有许多用途用作可以应用到照明等的表面光源。

然而，这些有机EL元件具有耐热性和耐久性的问题，其拖延了有机EL元件的发展。由于通常利用在以下的专利文献1中代表的有机化合

物通过叠置有机薄膜形成有机EL元件，所以认为有机化合物的低耐久性和易碎的有机薄膜是导致上述问题的原因。

另一方面，已试图不利用有机薄膜而是利用混合了有机化合物和无机化合物的层来形成发光元件。例如，以下的专利文献1公开了一种利用其中荧光有机分子分散在金属氧化物中的发光层的发光元件。另外，以下的专利文献2公开了一种通过叠置其中有机化合物（空穴输送化合物、电子输送化合物和发光化合物）分散在硅石基质中的层同时共价键合至硅石基质而形成的发光元件。在这些参考文献中，据报告提高了元件的耐久性和耐热性。

（非专利文献1）C. W. Tang等人，Applied Physics Letters，第51卷，第12期，913-915（1987）

（专利文献1）日本专利申请特开No.2-288092

（专利文献2）日本专利申请特开No.2000-306669

发明内容

在如专利文献1和2所公开的发光元件中，有机化合物仅分散在绝缘金属氧化物中。因此，与常规的有机EL元件相比，该发光元件具有电流难以流动的问题（即，施加电流需要的电压变高）。

在这些发光元件中，由于亮度与所施加的电流密度成比例变高，所以电流难以流动的事实也就会导致获得亮度的电压（即，驱动电压）同样变高的问题。因此，当有机化合物仅分散在金属氧化物中时，即使假定可以获得耐久性和耐热性，也会导致驱动电压增加和随着驱动电压增加的功耗增加。

另外，为了抑制由于灰尘等引起的发光元件的短路，有效的是使发光元件的膜厚度变厚。然而，当在如专利文献1或2所示的结构中使膜厚度制作得厚时，进一步暴露了驱动电压的增加。也就是，在常规结构中，从实用来看难以使膜厚度变厚。

图2示出了在上述的专利文献2中公开的常规发光元件，其中有机化合物分散在硅石基质中的复合层203夹在第一电极（阳极）201和第二电极（阴极）202之间。也就是，附图标记211、213和212分别是其中空穴输送化合物分散在硅石基质中的空穴输送层、其中电子输送化合物分散在硅石基质中的电子输送层、和其中发光化合物分散在硅石

基质中的发光层，尽管整个复合层203由硅石基质组成。当电压施加到该元件时，相信空穴和电子分别从第一电极（阳极）201和第二电极（阴极）202注入并且在发光层212中复合，发光化合物则产生亮度。

在该元件中空穴输送层211和电子输送层213具有载流子输送的性质。然而，由于有机化合物分散在绝缘硅石基质中，该元件具有电流难以流动的问题。例如，在空穴输送层211中，空穴通过在存在于空穴输送层211中的空穴输送化合物中跳跃移动，并且在空穴输送中不涉及绝缘硅石基质。不利地，硅石基质是空穴跳跃的阻挡。同样可以应用到电子输送层213。因此，与常规的有机EL元件相比，驱动电压也明显增加了。

另外，即使当为了防止元件或光学设计短路而试图使复合层203的膜厚度变厚时，驱动电压的增加也是更显著的。因此，实际中难于使膜厚度变厚。

因此，本发明的目的在于提供一种使用其中混合有有机化合物和无机化合物的材料并具有与常规结构不同的新结构的发光元件、使用其中混合有有机化合物和无机化合物的材料并且降低驱动电压的发光元件、和使用其中混合有有机化合物和无机化合物的材料并容易防止短路的发光元件。

由发明人的大量认真的实验和研究最终发现，该目的可以通过应用包括有机化合物和能够接受来自有机化合物的电子或提供电子至有机化合物的无机化合物的层来实现。

也就是，本发明的目的之一是一种在一对电极之间夹有包括有机化合物和无机化合物的复合层的发光元件，其中复合层包括顺序叠置的第一层、第二层和第三层，第一层包括第一有机化合物和显示出对第一有机化合物的电子接受性质的第一无机化合物，第二层包括发光的第二有机化合物和第二无机化合物，第三层包括第三有机化合物和显示出对第三有机化合物的供电子性质的第三无机化合物。

在该情况下，优选使用空穴输送有机化合物作为第一有机化合物，更优选，第一有机化合物是具有芳族胺构架的有机化合物。另外，优选使用电子输送有机化合物作为第三有机化合物，更优选，第三有机化合物是具有包括芳环的螯合配体的螯合金属络合物、具有二氮杂菲构架的有机化合物、和具有噁二唑构架的有机化合物中的一种。

优选使用金属氧化物或金属氮化物作为第一无机化合物，更优选，第一无机化合物是每个都具有属于周期表中4至12族中任一族的过渡金属的过渡金属氧化物中之一。在过渡金属氧化物中，每个都具有属于周期表中4至8族中任一族的过渡金属的许多过渡金属氧化物具有较高的电子接受性质。尤其是，优选氧化钒、氧化钼、氧化铌和氧化钨。

优选使用金属氧化物或金属氮化物作为第二无机化合物，更优选，第二无机化合物是每个都具有属于周期表中13或14族的金属的过渡金属氧化物中之一，因为共存于第二层中的第二有机化合物的发光不容易受到这些金属氧化物的猝灭。在金属氧化物中，优选氧化铝、氧化镓、氧化硅和氧化锗。

优选使用金属氧化物或金属氮化物作为第三无机化合物，更优选，第三无机化合物是碱金属氧化物、碱土金属氧化物、稀土金属氧化物、碱金属氮化物、碱土金属氮化物和稀土金属氮化物中的一种。这些金属氧化物和金属氮化物中许多具有供电子性质，尤其是，优选氧化锂、氧化钡、氮化锂、氮化镁和氮化钙。

而且，本发明的另一个目的是一种在一对电极之间夹有包括有机化合物和无机化合物的复合层的发光元件，该复合层包括顺序叠置的第一层、第二层、第三层和第四层，第一层包括第一有机化合物和对第一有机化合物显示出电子接受性质的第一无机化合物，第二层包括发光的第二有机化合物和第二无机化合物，第三层包括第三有机化合物和对第三有机化合物显示出供电子性质的第三无机化合物，第四层包括第四有机化合物和对第四有机化合物显示出接受电子性质的第四无机化合物。

在该情况下，优选使用空穴输送有机化合物作为第一有机化合物和第四有机化合物中的至少之一，更优选，第一有机化合物和第四有机化合物中的至少之一是具有芳族胺构架的有机化合物。另外，优选使用电子输送有机化合物作为第三有机化合物，更优选，第三有机化合物是具有包括芳环的螯合配体的螯合金属络合物、具有二氮杂菲构架的有机化合物、和具有噁二唑构架的有机化合物中的一种。

优选使用金属氧化物或金属氮化物作为第一无机化合物和第四无机化合物中至少之一，更优选，第一有机化合物和第四有机化合物中

至少之一是每个都具有属于周期表中 4 至 12 族中任一族的过渡金属的过渡金属氧化物中之一。在过渡金属氧化物中，每个都具有属于 4 至 8 族中任一族的过渡金属的许多过渡金属氧化物具有较高的电子接受性质。尤其是，优选氧化钒、氧化钼、氧化钨和氧化铼。

优选使用金属氧化物或金属氮化物作为第二无机化合物，更优选，第二无机化合物是每个都具有属于周期表中 13 或 14 族的金属的过渡金属氧化物中之一，因为共存于第二层中的第二有机化合物的发光不容易受到这些金属氧化物的猝灭。在金属氧化物中，优选氧化铝、氧化镓、氧化硅和氧化锗。

优选使用金属氧化物或金属氮化物作为第三无机化合物，更优选，第三无机化合物是碱金属氧化物、碱土金属氧化物、稀土金属氧化物、碱金属氮化物、碱土金属氮化物和稀土金属氮化物中的一种。这些金属氧化物和金属氮化物中的许多都具有供电子性质，尤其是，优选氧化锂、氧化钡、氮化锂、氮化镁和氮化钙。

由于根据本发明的上述发光元件，与具有简单混合了有机化合物和无机化合物的层的常规发光元件不同，具有电流容易流动且驱动电压可以降低的特征，所以对于具有根据本发明的发光元件的发光器件也可以减少功耗。因此，本发明包括具有根据本发明的发光元件的发光器件。

说明书中的发光器件表示利用发光元件的图像显示器件或光发射器。另外，具有贴附到发光元件的连接器例如柔性印刷电路（FPC）、TAB（自动载带键合）带、或 TCP（载带式封装）的模块，具有提供在 TAB 带或 TCP 的尖部的印刷布线板的模块，和具有通过 COG（玻璃上芯片）直接安装在发光元件上的 IC（集成电路）的模块，都包括在发光器件中。

实施本发明使得能够提供一种使用有机化合物的材料并具有与常规结构不同的新结构的发光元件、使用有机化合物的材料并且驱动电压降低的发光元件、和使用有机化合物的材料并且容易防止短路的发光元件。

附图说明

在附图中：

图1是示例根据本发明的发光元件的结构图；
图2是示例根据本发明的常规发光元件的结构图；
图3A至3C是示例根据本发明的发光元件的发射方向的图；
图4A至4C是示例根据本发明的发光元件的发射方向的图；
图5是示例根据本发明的发光元件的结构图；
图6A至6C是示例根据本发明的发光元件的发射方向的图；
图7A至7C是示例根据本发明的发光元件的发射方向的图；
图8-(1)和8-(2)是示例具有根据本发明的发光元件的发光器件的图；
图9A至9G是示例利用根据本发明的发光器件的电子设备的图；
图10是示出其中混合有有机化合物和无机化合物的膜的透射谱的图；
图11是示出其中混合有有机化合物和无机化合物的膜的透射谱的图；
图12是示出其中混合有有机化合物和无机化合物的膜的透射谱的图；和
图13是示出其中混合有有机化合物和无机化合物的膜的电压-电流特性的图。

具体实施方式

以下将参考附图描述本发明的实施例模式。然而，本发明可具体化为许多不同的形式，并且容易理解，各种改变和修改对于本领域技术人员来说将是显而易见的，除非这种改变和修改脱离了本发明的范围。因此，本发明不解释为限制于实施例模式中描述的那些内容。

[实施例模式1]

图1示出了根据本发明的发光元件的结构，其中混合有有机化合物和无机化合物的复合层103夹在第一电极101和第二电极102之间。复合层103的结构与常规发光元件的复合层203的结构(图2)完全不同。如图所示，复合层103具有第一层111、第二层112和第三层113，尤其是，第一层111和第三层113具有显著的特征。

首先，第一层111是具有输送空穴到第二层112的功能的层，并且

至少包括第一有机化合物和对第一有机化合物显示出电子接受性质的第一无机化合物（用作电子受主）。重要的是，第一无机化合物不仅混合有第一有机化合物，而且还对第一有机化合物显示出电子接受性质（用作电子受主）。在第一有机化合物中该结构产生了大量的空穴载流子，该第一有机化合物初始几乎没有固有载流子，以提供优良的空穴注入/输送性质。

因此，第一层111不仅提供了通过混合无机化合物获得的优点（例如，提高了耐热性），而且提供了优良的导电性（尤其是，在第一层111的情况下的空穴注入和输送性质）。该优良的导电性是不能从常规的空穴输送层211（图2）获得的优点，在常规空穴输送层211中简单混合了其中没有彼此电学上相互作用的有机化合物和无机化合物。该优点使得能够使驱动电压降低得比以前更低。另外，由于第一层111可以制备得较厚而不会导致驱动电压增加，所以还能抑制由于灰尘等引起的元件短路。

同时，优选使用空穴输送有机化合物作为第一有机化合物，是因为在如上所述的第一有机化合物中产生了空穴载流子。空穴输送有机化合物的实例包括，但不限于，酞花菁（缩写：H₂Pc）、铜酞菁（缩写：CuPc）、氧钒酞菁（缩写：VOPc）、4,4',4''-三(N,N-二苯胺)-三苯胺（缩写：TDATA）、4,4',4''-三[N-(3-甲苯基)-N-苯基氨基]-三苯胺（缩写：MTDATA）、1,3,5-三[N,N-二(m-甲苯基)氨基]苯（缩写：m-MTDAB）、N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲苯基)-1,1'-联苯基-4,4'-二胺（缩写：TPD）、4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯（缩写：NPB）、4,4'-二{N-[4-二(m-甲苯基)氨基]苯基-N-苯基氨基}联苯（缩写：DNTPD）、和4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯胺（缩写：TCTA）。另外，在上述的化合物中，如由TDATA、MTDATA、m-MTDAB、TPD、NPB、DNTPD和TCATA为代表的芳族胺容易产生空穴载流子，并且是用于第一有机化合物的合适的一组化合物。

而另一方面，第一无机化合物可以是任何的材料，只要该材料容易接受来自第一有机化合物的电子，并且可以使用各种金属氧化物和金属氮化物。然而，优选每个具有属于周期表中4至12族任一族的过渡金属的过渡金属氧化物，因为容易提供电子接受性质。具体地，过渡金属氧化物包括氧化钛、氧化锆、氧化钒、氧化钼、氧化钨、氧化铼、

氧化钨和氧化锌。另外，在上述的金属氧化物中，每个具有属于4至8族中任一族的过渡金属的许多过渡金属氧化物都具有较高的电子接受性质，是优选的化合物组。尤其是，优选氧化钒、氧化钼、氧化钨和氧化铪，因为对于真空沉积这些氧化物容易使用。

要注意，第一层111可通过叠置每层都包括如上所述的有机化合物和无机化合物的组合的多层来形成，或者可进一步包括另一有机或无机化合物。

接下来，将描述第三层113。第三层113是具有输送电子到第二层112的功能的层，至少包括第三有机化合物和对第三有机化合物显示出供电子性质的第三无机化合物（用作电子施主）。重要的是，第三无机化合物不仅混合有第三有机化合物，而且还对第三有机化合物显示出供电子性质（用作电子施主）。在第三有机化合物中该结构产生了大量的空穴载流子，其最初几乎没有固有的载流子，以提供良好的电子注入/输送性质。

因此，第三层113不仅提供了通过混合无机化合物获得的优点（例如，提高了耐热性），而且还提供了优良的导电性（尤其是，在第三层113情况下的电子注入和输送性质）。该优良的导电性的优点是不能够从简单混合了其中没有彼此电学上相互作用的有机化合物和无机化合物的常规电子输送层213（图2）获得的优点。该优点使得能够使驱动电压降低得比以前更低。另外，由于第一层113可以制作得较厚，而不会造成驱动电压增加，所以还能抑制由于灰尘等引起的元件短路。

同时，优选使用电子输送有机化合物作为第三有机化合物，因为在如上所述的第三有机化合物中产生了电子载流子。空穴输送有机化合物的实例包括，但不限于，三(8-羟基喹啉)铝（tris(8-quinolinolato)aluminum）（缩写：Alq₃）、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝（tris(4-methyl-8-quinolinolato)aluminum）（缩写：Almq₃）、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍（bis(10-hydroxybenzo[h]quinolinato)beryllium）（缩写：BeBq₂）、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基酚)-铝（bis(2-methyl-8-quinolinolato)(4-phenylphenolato)-aluminum）（缩写：BALq）、双[2-(2'-羟基苯基)-苯并噁唑]锌（bis[2-(2'-hydroxyphenyl)benzoxazolato]zinc）（缩写：ZnBOX）或双[2-(2'-羟基苯基)苯并噻唑]锌（bis[2-(2'-hydroxyphenyl)benzothiazolato]zinc）（缩写：Zn(BTZ)₂）、

红菲绕啉 (缩写: BPhen)、浴铜灵 (bathocuproin) (缩写: BCP)、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑 (缩写: PBD)、1,3-二[5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯 (缩写: OXD-7)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)-三(1-苯基-1H-苯并咪唑) (缩写: TPBI)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑 (缩写: TAZ) 和3-(4-联苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑 (缩写: p-EtTAZ)。另外,在上述的化合物中,如由Alq₃、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Zn(BOX)₂和Zn(BTZ)₂为代表的每个都具有包括芳环的螯合配体的螯合金属络合物、如由BPhen和BCP为代表的每个都具有二氮杂菲构架的有机化合物、以及如由PBD和OXD-7为代表的每个都具有噁二唑构架的有机化合物容易产生电子载流子,是适合于第三有机化合物的化合物组。

而另一方面,第三无机化合物就可以是任何材料只要该材料容易从第三有机化合物提供 (donate) 电子,并且可以使用各种金属氧化物和金属氮化物。然而,由于容易提供供电子性质,所以优选碱金属氧化物、碱土金属氧化物、稀土金属氧化物、碱金属氮化物、碱土金属氮化物和稀土金属氮化物。具体地,以上提到的氧化物的实例包括氧化锂、氧化铯、氧化钡、氧化铕、氮化锂、氮化镁、氮化钙、氮化钇和氮化镧。尤其是,优选氧化锂、氧化钡、氮化锂、氮化镁和氮化钙,因为对于真空沉积这些氧化物和氮化物容易使用。

要注意,第三层113可通过叠置每层都包括如上所述的有机化合物和无机化合物的组合的多个层来形成,或者可进一步包括另外的有机化合物或无机化合物。

接下来,将描述第二层112。第二层112是具有发光功能的层,并且至少包括发光的第二有机化合物、和第二无机化合物。第二层可具有与图2中的发光层212相同的结构,并且可以通过混合各种发光的有机化合物和无机化合物中的一些来形成。然而,由于相信如与第一层111或第三层113相比难以将电流施加到第二层112,所以优选第二层112的厚度约10至100 nm。

只要使用发光的有机化合物,不特别限制第二有机化合物,并且第二有机化合物的实例包括9,10-二(2-萘基)蒽 (缩写: DNA)、9,10-二(2-萘基)-2-叔丁基蒽 (缩写: t-BuDNA)、4,4'-二(2,2-二苯基乙烯基)联苯 (缩写: DPVBi)、香豆素30、香豆素6、香豆素545、香

豆素545T、二萘嵌苯、红荧烯、periflanthene、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(缩写: TBP)、9,10-联苯蒽(缩写: DPA)、4-(二氟基亚甲基)-2-甲基-[p-(二甲基氨基)苯乙烯基]-4H-吡喃(缩写: DCM1)、4-(二氟基亚甲基)-2-甲基-6-[2-(久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(缩写: DCM2)、和4-(二氟基亚甲基)-2,6-二[p-(二甲基氨基)苯乙烯基]-4H-吡喃(缩写: BisDCM)。另外,还能够使用能够产生磷光的化合物,例如二[2-(4',6'-difluorophenyl)pyridinato-N,C^{2'}]铱(picolate)(缩写: FIrpic)、二{2-[3',5'-二(trifluoromethyl)苯基]pyridinato-N,C^{2'}}铱(picolineate)(bis{2-[3',5'-bis(trifluoromethyl)phenyl]pyridinato-N,C^{2'}}iridium(picolineate)缩写: Ir(CF₃ppy)₂(pic))、三(2-phenylpyridinato-N,C^{2'})铱(缩写: Ir(ppy)₃)、二(2-phenylpyridinato-N,C^{2'})铱(乙酰丙酮)(缩写: Ir(ppy)₂(acac))、二[2-(2'-thienyl)pyridinato-N,C^{3'}]铱(乙酰丙酮)(缩写: Ir(thp)₂(acac))、二(2-phenylquinolino-N,C^{2'})铱(乙酰丙酮)(缩写: Ir(pq)₂(acac))和二[2-(2'-benzothienyl)pyridinato-N,C^{3'}]铱(乙酰丙酮)(缩写: Ir(btp)₂(acac))。

而且,第二层112不仅包括上述发光的第二有机化合物,而且包括添加的另一有机化合物。可以添加的有机化合物的实例包括,但不限于,TDATA、MTDATA、m-MTDAB、TPD、NPB、DNTPD、TCTA、Alq₃、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂、BPhen、BCP、PBD、OXD-7、TPBI、TAZ、p-EtTAZ、DNA、t-BuDNA和DPVBi,这些是以上提到的,并且进一步包括4,4'-二(N-咔唑基)-联苯基(缩写: CBP)和1,3,5-三[4-(N-咔唑基)-苯基]苯(缩写: TCPB)。要注意,优选除了如上所述的第二有机化合物之外增加的有机化合物,具有比第二有机化合物大的激发能并且增加比第二有机化合物更多,以使第二有机化合物的产生发光有效(其使得能够防止第二有机化合物的浓缩猝灭(concentration quenching))。另外,作为另外的功能,添加的有机化合物可与第二有机化合物一起产生发光(其使得能够产生白光)。

第二无机化合物就可以是任何的无机材料,只要第二有机化合物的发光不容易受到无机化合物的猝灭,并且可以使用各种金属卤化物、金属氧化物、金属氮化物。尤其是,优选每个都具有属于族周期

表中13或14族金属的金属氧化物，因为第二有机化合物的发光不容易受到猝灭，并且具体地，优选氧化铝、氧化镓、氧化硅和氧化锗。然而，第二无机化合物不限于这些，并且还可以使用氟化锂、氟化钙和氟化镁。

要注意，第二层112可通过叠置每层都包括如上所述的有机化合物和无机化合物的多层来形成，或者可进一步包括另外的有机或无机化合物。

接下来，将描述可以用于第一电极101或第二电极102的材料。对于第一电极101优选使用具有大功函数的材料（具体地，具有4.5eV以上功函数的材料），对于第二电极102使用具有小功函数的材料（具有3.5eV以下功函数的材料）。然而，由于第一层111和第三层113分别在空穴注入/输送性质和电子注入/输送性质方面优良，所以第一电极101或第二电极102对功函数几乎没有限制，并且对于第一电极和第二电极102可以使用各种材料。

第一电极101和第二电极102中至少一个电极具有透光性质。在这种情况下，具体地可使用透明导电膜，对于该透明导电膜可以使用氧化铟锡（ITO）、氧化铟锌（IZO）、掺杂氧化硅的氧化铟锡（ITSO）等。另外，第一电极101和第二电极102中的任何一个可具有光阻挡效应（尤其是，反光），对于光阻挡效应可以使用包括金属例如钛、钨、镍、金、铂、银、铝、镁、钙或锂的导电膜、包括所述金属合金的导电膜等。第一电极101和第二电极102中的每一个都可以是通过叠置金属薄膜例如铝银、或金和如上所述的透明导电膜形成的电极，其用作半透明反射镜。

要注意，根据本发明的发光元件通过改变第一电极101和第二电极102的类型而具有不同变型。图3A至3C和图4A至4C示出了上述变型的示意图。要注意，在图3A至3C和图4A至4C中引用了图1中的附图标记，附图标记100表示支撑根据本发明发光元件的衬底。

图3A至3C示出了每个都包括通过从衬底100侧按顺序叠置第一层111、第二层112和第三层113所形成的复合层103的情形。在这些情况下，当第一电极101具有透光性质和第二电极102具有光阻挡效应（尤其是，反光）时，光从衬底100一侧发出，如图3A所示。另外，当第一电极101具有光阻挡效应（尤其是，反光）和第二电极102具有透光性

质时，光从与衬底100相对侧发出，如图3B所示。而且，当第一电极101和第二电极102两个都具有透光性质时，光可以从衬底100一侧和与衬底100相对的一侧发出，如图3C所示。

图4A至4C示出了每个都包括通过从衬底100侧按顺序叠置第三层113、第二层112和第一层111所形成的复合层103的情形。在这些情况下，当第一电极101具有光阻挡效应（尤其是，反光）和第二电极102具有透光性质时，光从衬底100一侧提取，如图4A所示。另外，当第一电极101具有透光性质和第二电极102具有光阻挡效应（尤其是，反光）时，光从与衬底100相对的一侧提取，如图4B所示。而且，当第一电极101和第二电极102两个都具有透光性质时，光可以从衬底100一侧和与衬底100相对的一侧发出，如图4C所示。

如上所述，夹在第一电极101和第二电极102之间的层由根据本发明的发光元件中的复合层103组成，而尤其是该发光元件是新的提供有通过混合有机化合物和无机化合物的多层（即，第一层111和第三层113）的有机-无机复合发光元件，该多层提供称为高载流子注入/输送性质的功能，该功能是不能通过自身从有机化合物或无机化合物得到的。该结构不仅与图2中所示的发光元件不同，而且与常规的有机EL元件和无机EL元件不同。因此，根据本发明的发光元件在下文称为复合电致发光元件（CEL元件）。

而且，可以使用各种已知方法作为形成复合层103的方法，复合层103是其中混合了有机化合物和无机化合物的层。例如，已知方法包括通过电阻加热蒸发有机化合物和无机化合物的共蒸发法。另外，对于共蒸发，无机化合物可通过电子束（EB）蒸发，而通过电阻加热蒸发有机化合物。此外，已知方法还包括溅射无机化合物而通过电阻加热蒸发有机化合物的方法，以同时沉积二者。另外，可通过湿法来进行沉积。

另外，对于第一电极101和第二电极102，可以以相同的方式使用通过电阻加热的蒸发、EB蒸发、溅射、湿法等。

[实施例模式2]

在实施例模式2中，将描述与实施例模式1不同的、根据本发明的CEL元件的实施例。图5示出了该元件的结构。要注意，在图5中引证

了图1中的附图标记。

图5示出了在第一电极101和第二电极102之间夹有其中混合了有机化合物和无机化合物的复合层103的发光元件。如图所示，复合层103包括第一层111、第二层112、第三层113和第四层114。

由于可以将与实施例模式1（即，图1）的相应层相同的结构应用到第一电极101、第二电极102、第一层111、第二层112和第三层113，所以省略了它们的说明。与实施例模式1不同的情况是，在第三层113和第二电极层102之间提供了第四层114。

第四层114至少包括第四有机化合物和对第四有机化合物显示出电子接受性质的第四无机化合物（用作电子受主）。因此，可以使用与实施例模式1中引证的第一有机化合物相同的化合物作为第四有机化合物，并且可以使用与实施例模式1中引证的第一无机化合物相同的化合物作为第四无机化合物。然而，作为第四有机化合物，可使用与第一有机化合物相同的化合物，或者可使用与第一有机化合物不同的化合物。另外，作为第四无机化合物，可使用与第一有机化合物相同的化合物，或者可使用与第一有机化合物不同的化合物。

在上述的该结构中，如图5所示，通过施加电压在第三层113和第四层114之间的界面附近提供和接受电子，产生了电子和空穴，并且第四层114输送空穴至第二电极102，而第三层103输送电子至第二层112。也就是，第三层113和第四层114的组合用作载流子产生层。另外，可以说第四层114具有将空穴输送给第二电极102的功能。而且，通过另外在第四层114和第二电极102之间叠置另一第二层和第三层，还能够具有多光子的发光元件。

另外，如随后将在实施例1中描述的，包括有机化合物和对有机化合物显示出电子接受性质的无机化合物的混合层（即，第一层111或第四层114）显示出极高的空穴注入/输送性质。因此，如与实施例模式1相比，在实施例模式2中的CEL元件中复合层103两侧上的层可以制作得更厚，而且，可以有效地防止元件的短路。另外，把图5作为实例，例如，当通过溅射沉积第二电极102时，还能够减少对其中存在发光有机化合物的第二层112的损害。而且所以希望通过利用相同的材料形成第一层111和第四层114来实现抑制应力应变的优点，因为复合层103两侧上的各层利用相同的材料形成。

要注意，如同实施例模式1一样，根据实施例模式2的CEL元件通过改变第一电极101和第二电极102的类型还具有不同变型。图6A至6C和图7A至7C示出了上述变型的示意图。要注意，在图6A至6C和图7A至7C中引证了图5中的附图标记，附图标记100表示支撑根据本发明的CEL元件的衬底。

图6A至6C示出了每个都包括通过从衬底100一侧按顺序叠置第一层111、第二层112和第三层113所形成的复合层103的情形。在这些情况下，当第一电极101具有透光性质和第二电极102具有光阻挡效应（尤其是，反光）时，光从衬底100一侧发出，如图7A所示。另外，当第一电极101具有光阻挡效应（尤其是，反光）和第二电极102具有透光性质时，光从与衬底100相对的一侧发出，如图7B所示。而且，当第一电极101和第二电极102两个都具有透光性质时，光可以既从衬底100一侧也从与衬底100相对的一侧发出，如图7C所示。

图7A至7C示出了每个都包括通过从衬底100一侧按顺序叠置第四层114、第三层113、第二层112和第一层111所形成的复合层103的情形。在这些情况下，当第一电极101具有光阻挡效应（尤其是，反光）和第二电极102具有透光性质时，光从衬底100一侧提取，如图7A所示。另外，当第一电极101具有透光性质和第二电极102具有光阻挡效应（尤其是，反光）时，光从与衬底100相对的一侧提取，如图7B所示。而且，当第一电极101和第二电极102两个都具有透光性质时，光可以既从衬底100一侧也从与衬底100相对的一侧发出，如图7C所示。

而且，可以使用各种已知方法作为形成复合层103的方法，复合层103是其中混合了有机化合物和无机化合物的层。例如，已知方法包括通过电阻加热蒸发有机化合物和无机化合物的共蒸发法。另外，对于共蒸发，无机化合物可通过电子束（EB）蒸发，而通过电阻加热蒸发有机化合物。而且，已知方法还包括溅射无机化合物而通过电阻加热蒸发有机化合物的方法，以同时沉积二者。另外，可通过湿法来进行沉积。

另外，对于第一电极101和第二电极102，可以以相同的方式使用通过电阻加热的蒸发、EB蒸发、溅射、湿法等。

[实施例模式3]

在本实施例模式中，将参考图8-(1)和8-(2)描述在像素部分中具有根据本发明的CEL元件的发光器件。图8-(1)是示出发光器件的顶视图，图8-(2)是沿着图8-(2)的A-A'的截面图。由虚线表示的附图标记801表示源极侧驱动电路(source-side driver circuit)，附图标记802表示像素部分，附图标记803表示栅极侧驱动电路(gate-side driver circuit)。另外，附图标记804和805分别表示密封衬底和密封材料。由密封材料805围绕的区域806可以是填充有惰性气体或者可以填充有固体例如树脂的空间。

用于将要被输入的信号传送给源极侧驱动电路801和栅极侧驱动电路803的连接布线807接收来自FPC(柔性印刷电路)808的信号例如视频信号、时钟信号、起始信号和复位信号以用作外部输入信号。要注意，尽管这里仅示出了FPC，但印刷布线板(PWB)可贴附到该FPC。根据本发明的发光器件不仅包括发光器件本体，而且还包括其中FPC或PWB贴附到其上的状态。

接下来，将参考图8-(2)描述该剖面结构。尽管在衬底810上方形成驱动电路和像素部分，但这里示出了源极侧驱动电路801作为驱动电路部分和像素部分802。

在源极侧驱动电路801中，通过n沟道TFT 823和p沟道TFT 824的组合形成CMOS电路。形成驱动电路的TFT可通过利用已知的CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路形成。尽管本实施例模式示出了在衬底上方形成驱动电路的驱动器集成型，其未必总是必须，但驱动电路可以不形成在衬底上方而形成在衬底外部。

此外，像素部分802具有多个像素，每个都包括开关TFT 811、电流控制TFT 812和电连接至控制TFT 812的漏极的第一电极813。另外，形成绝缘体814以覆盖第一电极813的边缘部分。这里，使用正光敏丙烯酸树脂膜以形成绝缘体814。

此外，为了获得良好的覆盖，形成绝缘体814以具有拥有曲率的曲面的顶部部分或底部部分。例如，在利用正光敏丙烯酸作为绝缘体814的材料的情况下，优选仅绝缘体814的顶部部分具有有曲率半径(0.2至3 μm)的曲面。另外，通过光在蚀刻剂中不能溶解的负光敏材料和通过光在蚀刻剂中可溶解的正光敏材料中的任何一种可以用于绝缘体

814。

在第一电极813上，形成复合层815和第二电极817以形成CEL元件结构。在实施例模式1或2中描述的结构可应用到第一电极813、复合层815和第二电极816的结构。

而且，用密封材料805结合密封衬底804和衬底810，以具有在被衬底810、密封衬底804和密封材料805围绕的区域中提供CEL元件817的结构。要注意，除了填充惰性气体（例如，氩或氙）的情况外，区域806还包括填充密封材料805的结构。

要注意，优选使用环氧树脂用于密封材料805。另外，希望使用允许湿气或氧尽可能少地渗入的材料。而且，作为用于密封衬底804的材料，除了玻璃衬底和石英衬底之外，可以使用由FRP（玻璃纤维增强塑料）、PVF（聚氟乙烯）、聚酯薄膜、聚酯等组成的塑料衬底。

如上所述，可以获得具有根据本发明的CEL元件的发光器件。

[实施例模式4]

在本实施例模式中，将描述通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件完成的各种电子设备。

根据本发明的电子设备包括摄像机、数字照相机、护目镜型显示器（头戴的显示器）、导航系统、声音再现装置（例如，车内音频系统或音频部件）、个人计算机、游戏机、个人数字助理（例如，移动计算机、蜂窝电话、便携式游戏机或电子书籍）和装配有记录媒质的图像再现装置（具体地，装配有显示器的装置，其能够再现记录媒质例如数字化万用盘（DVD）并显示图像）。在图9A至9G中示出了这些电子设备的具体实例。

图9A示出了一种显示器件，其包括框体9101、支架9102、显示部分9103、扬声器部分9104和视频输入端子9105。该显示器件是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分9103制造的。要注意，该显示器件包括用于显示信息例如计算机、用于接收TV广播和用于显示广告的所有器件。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以可以提供具有较低功耗的显示器件。另外，由于不容易出现像素缺陷且亮度随着时间变化较小，所以可以长时间显示高清晰度的图像。

图9B示出了个人计算机，其包括主体9201、框体9202、显示部分9203、键盘9204、外部连接端口9205和指针式鼠标9206。个人计算机是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分9203制造。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以甚至当使用电池时膝上型计算机尤其可以使用一长时间。另外，由于不容易出现像素缺陷且亮度随着时间变化较小，所以可以长时间显示高清晰度图像。

图9C示出了一种移动计算机，其包括主体9301、显示部分9302、开关9303、操作键9304和红外端口9305。移动计算机是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分9302制造的。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以可以降低移动计算机的功耗。因此，通过再次重新充电移动计算机，移动计算机可以使用一长时间。另外，由于可以最小化结合在移动计算机中的电池，所以可以减小移动计算机的重量。

图9D示出了装配有记录媒质的便携式图像再现装置(具体地，DVD再现装置)，其包括主体9401、框体9402、显示部分A 9403、显示部分B 9404、记录媒质(例如，DVD)读取部分9405、操作键9406和扬声器部分9407。显示部分A 9403主要用于显示图像信息，而显示部分B 9404主要用于显示字符信息。便携式图像再现装置是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分A 9403和显示部分B 9404制造的。装配有记录媒质的图像再现装置进一步包括家用游戏机等。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以可以提供具有较低功耗的图像再现装置。另外，由于不容易出现像素缺陷且亮度随着时间变化较小，所以可以长时间显示高清晰度的图像。

图9E示出了护目镜型显示器(头戴显示器)，其包括主体9501、显示部分9502和臂部分9503。护目镜型显示器(头戴显示器)是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分9502制造的。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以可以提供具有较低功耗的护目镜型显示器。另外，由于不容易出现像素缺陷且亮度随着时间变化较小，所以可以长时间显示高清晰度的图像。

图9F示出了一种摄像机，其包括主体9601、显示部分9602、框体9603、外部连接端口9604、遥控接收部分9605、图像接收部分9606、电

池9607、声音输入部分9608、操作键9609和目镜9610。摄像机是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分9602制造的。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以可以降低摄像机的功耗。因此，通过再充电摄像机一次，摄像机可以使用一长时间。另外，由于可以最小化结合在摄像机中的电池，所以可以减小摄像机的重量。

图9G示出了一种蜂窝电话，其包括主体9701、框体9702、显示部分9703、声音输入部分9704、声音输出部分9705、操作键9706、外部连接端口9707和天线9708。蜂窝电话是通过利用具有根据本发明的CEL元件的发光器件用于显示部分9703制造的。由于根据本发明的CEL元件的驱动电压较低，所以可以降低蜂窝电话的功耗。因此，通过再充电蜂窝电话一次，蜂窝电话可以使用一长时间。另外，由于可以最小化结合在蜂窝电话中的电池，所以可以减小蜂窝电话的重量。

如上所述，具有根据本发明的CEL元件的发光器件能够相当宽的应用，并且可以应用到所有领域的电子设备上。

[实施例1]

在实施例1中，考虑其中混合了有机化合物和无机化合物的层，将举例说明有机化合物和无机化合物的组合的试验情形。

[证据实例1]

首先，在真空沉积系统中将玻璃衬底固定在衬底支架中。然后，将NPB和氧化钼(VI)分别放置在电阻加热型的不同蒸发源中，并且包括NPB和氧化钼的混合层通过共蒸发形成，同时抽真空。在该情况下，以0.4 nm/s的沉积速率蒸发NPB，并蒸发氧化钼以便氧化钼与NPB的重量比为1/4。因此，摩尔比为NPB: 氧化钼 = 1: 1。要注意，混合层的膜厚度为50 nm。

由图10中的1-A示出了测量由此沉积的包括NPB和氧化钼的混合层的透射谱的结果。便于比较，一起示出了NPB膜的透射谱(图10中的1-B)和氧化钼膜的透射谱(图10中的1-C)。

如从图10理解的，在由1-A所示的混合膜的情况下，观察了新的吸收(图10中画上圆圈的部分)，在NPB或氧化钼自身的每一个膜的情

况下没有观察到这一点。相信，这是因为在NPB和氧化钼之间提供和接受了电子，因此氧化钼接受来自NPB的电子以在NPB中产生空穴。

因此，在证据实例1中沉积的包括NPB和氧化钼的混合层可以用作根据本发明的CEL元件中的第一层和/或第四层。

[证据实例2]

测量包括m-MTDAB和氧化钼的混合膜的透射谱，以与证据实例1相同的方式通过用m-MTDAB代替证据实例1中的NPB来制造混合膜。该结果由图11中的2-A示出。便于比较，一起示出了m-MTDAB膜的透射谱（图11中的2-B）和氧化钼膜的透射谱（图11中的2-C）。

如从图11理解的，在由2-A所示的混合膜的情况下，观察到了新吸收（图11中画上圆圈的部分），在m-MTDAB或氧化钼膜本身的每个膜的情况下都没有观察到这一点。相信，这是因为在m-MTDAB和氧化钼之间提供和接受了电子，因此氧化钼接受来自m-MTDAB的电子以在m-MTDAB中产生空穴。

因此，在证据实例2中沉积的包括m-MTDAB和氧化钼的混合层可以用于根据本发明的CEL元件中的第一层和/或第四层。

[证据实例3]

测量包括Alq₃和氧化钼的混合膜的透射谱，以与证据实例1相同的方式通过用Alq₃代替证据实例1中的NPB制造混合膜。该结果由图12中的3-A示出。便于比较，一起示出了Alq₃膜的透射谱（图12中的3-B）和氧化钼膜的透射谱（图12中的3-C）。

如从图12理解的，由3-A所示的混合膜的透射谱是Alq₃的透射谱本身（3-B）和氧化钼的透射谱本身（3-C）的唯一组合，并且没有产生新吸收。这表示在Alq₃和氧化钼之间没有提供或接受电子。就是说，在该情况下，可以说相对于Alq₃的平面（level）没有通过氧化钼形成，以便Alq₃的亮度不容易受到猝灭。

因此，在证据实例3中沉积的包括Alq₃和氧化钼的混合层可以用于根据本发明的CEL元件中的第二层。

[实施例2]

在实施例2中，考虑其中混合了有机化合物和无机化合物的层，将描述检验电特性的结果。

首先，准备上面沉积了ITSO的膜厚度为110 nm的玻璃衬底。ITSO的表面具有覆盖有绝缘膜的外围以暴露出表面的一部分（尺寸：一边为2 mm）。

接下来，在真空沉积系统中将玻璃衬底固定在衬底支架中，以便形成ITSO的面朝下。然后，将NPB和氧化钼（VI）分别放置在电阻加热型的不同蒸发源中，并且包括NPB和氧化钼的混合层通过共蒸发形成，同时抽真空。在该情况下，以0.4 nm/s的沉积速率蒸发NPB，并且蒸发氧化钼以便氧化钼与NPB的重量比为1/2。因此，摩尔比为NPB：氧化钼 = 1:2。要注意，混合层的膜厚度为50 nm。而且，铝（Al）沉积在其上为150 nm。

考虑由此获得的ITSO、包括NPB和氧化钼的混合层、和Al的叠层结构，图13示出了检查电压-电流特性的结果。如图13所示，确定电压-电流特性几乎是线性的，同时是略微向下凸起的曲线，且依照欧姆定律的电流是由此占优势的。因此，相信在ITSO和混合层之间几乎没有空穴注入势垒，其表明有效地注入和输送空穴。要注意，在该情况下的电阻率 ρ 为 $\rho = (0.5/0.0129) \times (4 \times 10^{-6}) / (50 \times 10^{-9}) = 3.1 \times 10^3 [\Omega \text{ m}]$ ，因为当施加0.5V的电压、电极（ITSO）面积是4 mm²、以及膜厚度为50 nm时流动的是12.9 mA。因此，电阻率 ρ 在半导体的范围内。

从上述的结果可知，包括NPB和氧化钼的混合层具有优良的空穴注入/输送性质，并且可以用于根据本发明的CEL元件中的第一层和/或第四层。

[实施例3]

在实施例3中，将举例说明在实施例模式1中公开的根据本发明的CEL元件的具体结构。要注意，在实施例3中引证了图1中的附图标记。

首先，准备其上沉积了ITSO的膜厚度为110 nm的玻璃衬底。在本实施例中沉积的ITSO用作第一电极101。

接下来，在真空沉积系统中将形成有第一电极101的玻璃衬底固定在衬底支架中，以便形成有第一电极101的面朝下。然后，将NPB和氧

化钼(VI)分别放置在电阻加热型的不同蒸发源中,并且混合了NPB和氧化钼的第一层111通过共蒸发形成,同时抽真空。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发NPB,并且蒸发氧化钼以便氧化钼与NPB的重量比为1/4。第一层111的膜厚度为120 nm。

接下来,在第一层111上形成第二层112。在本实施例中,其中混合了Alq₃和氧化钼的第二层112通过共蒸发Alq₃和氧化钼(VI)形成。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发Alq₃,并且蒸发氧化钼以便氧化钼与Alq₃的重量比为1/4。第二层112的膜厚度为30 nm。

而且,在第二层112上形成第三层113。在本实施例中,其中混合了Alq₃和氧化锂的第三层113通过共蒸发Alq₃和氧化锂形成。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发Alq₃,并且蒸发氧化锂以便氧化锂与Alq₃的重量比为7/100。第三层113的膜厚度为10 nm。

最后,作为第二电极102,沉积Al为150 nm,并由此获得了根据本发明的CEL元件。

[实施例4]

在实施例4中,将举例说明在实施例模式2中公开的、根据本发明的CEL元件的具体结构。要注意,在实施例4中引证了图5中的附图标记。

首先,准备其上沉积了ITSO的膜厚度为110 nm的玻璃衬底。在本实施例中沉积的ITSO用作第一电极101。

接下来,在真空沉积系统中将形成有第一电极101的玻璃衬底固定在衬底支架中,以便形成第一电极101的一面朝下。然后,将NPB和氧化钼(VI)分别放置在电阻加热型的不同蒸发源中,并且混合了NPB和氧化钼的第一层111通过共蒸发形成,同时抽真空。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发NPB,并且蒸发氧化钼以便氧化钼与NPB的重量比为1/4。第一层111的膜厚度为120 nm。

接下来,在第一层111上形成第二层112。在本实施例中,其中混合了Alq₃和氟化镁(VI)的第二层112通过共蒸发Alq₃和氟化镁形成。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发Alq₃,并且蒸发氧化钼以便氟化镁与Alq₃的重量比为9/100。第二层112的膜厚度为30 nm。

而且,在第二层112上形成第三层113。在本实施例中,其中混合

了Alq₃和氧化锂的第三层113通过共蒸发Alq₃和氧化锂形成。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发Alq₃,并且蒸发氧化锂以便氧化锂与Alq₃的重量比为7/100。第三层113的膜厚度为10 nm。

而且,在第三层113上形成第四层114。在本实施例中,以与第一层111相同的方式,通过共蒸发NPB和氧化钼形成其中混合了NPB和氧化钼的第四层114。在该情况下,以0.4 nm/s的沉积速率蒸发NPB,并且蒸发氧化钼以便氧化钼与NPB的重量比为1/4。第四层114的膜厚度为120 nm。

最后,作为第二电极102,沉积Al为150 nm,并由此获得了根据本发明的CEL元件。

尽管已借助实例参考附图全面描述了本发明,但要理解各种改变和修改对于本领域技术人员来说将是显而易见的。因此,除非这种改变和修改脱离了下文所限定的本发明的范围,否则它们应当解释为包括于其中。

本申请以2004年10月1日在日本专利局申请的日本专利申请序列号No.2004-290678为基础,通过参考将其全部内容并入这里。

附图标记说明

100: 衬底, 101: 第一电极, 102: 第二电极, 103: 复合层, 111: 第一层, 112: 第二层, 113: 第三层, 114: 第四层, 201: 第一电极(阳极), 202: 第二电极(阴极), 203: 复合层, 211: 空穴输送层, 212: 发光层, 213: 电子输送层, 801: 源极侧驱动电路, 802: 像素部分, 803: 栅极侧驱动电路, 804: 密封衬底, 805: 密封材料, 806: 区域, 807: 连接布线, 808: FPC(柔性印刷电路), 810: 衬底, 811: 开关TFT, 812: 电流控制TFT, 813: 第一电极, 814: 绝缘体, 815: 复合层, 816: 第二层, 817: CEL元件, 823: n沟道TFT, 824: p沟道TFT, 9101: 框体, 9102: 支架, 9103: 显示部分, 9104: 扬声器部分, 9105: 视频输入端子, 9201: 主体, 9202: 框体, 9203: 显示部分, 9204: 键盘, 9205: 外部连接端口, 9206: 指针鼠标, 9301: 主体, 9302: 显示部分, 9303: 开关, 9304: 操作键, 9305: 红外端口, 9401: 主体, 9402: 框体, 9403: 显示部分A, 9404: 显示部分, 9405: 记录媒质读取部分, 9406: 操作键, 9407: 扬声器部分, 9501: 主体, 9502: 显示

部分, 9503: 臂部分, 9601: 主体, 9602: 显示部分, 9603: 框体, 9604: 外部连接端口, 9605: 遥控接收部分, 9606: 图像接收部分, 9607: 电池, 9608: 声音输入部分, 9609: 操作键, 9610: 目镜, 9701: 主体, 9702: 框体, 9703: 显示部分, 9704: 声音输入部分, 9705: 声音输出部分, 9706: 操作键, 9707: 外部连接端口, 9708: 天线

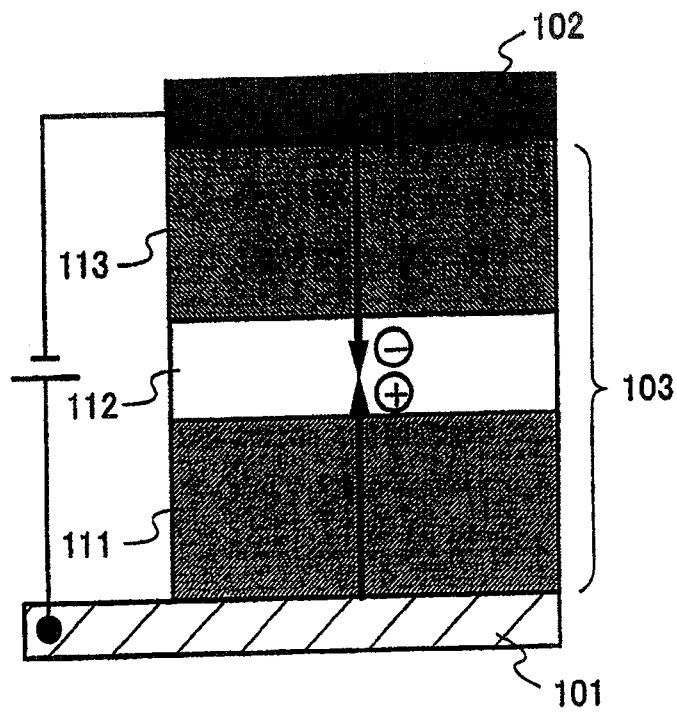


图 1

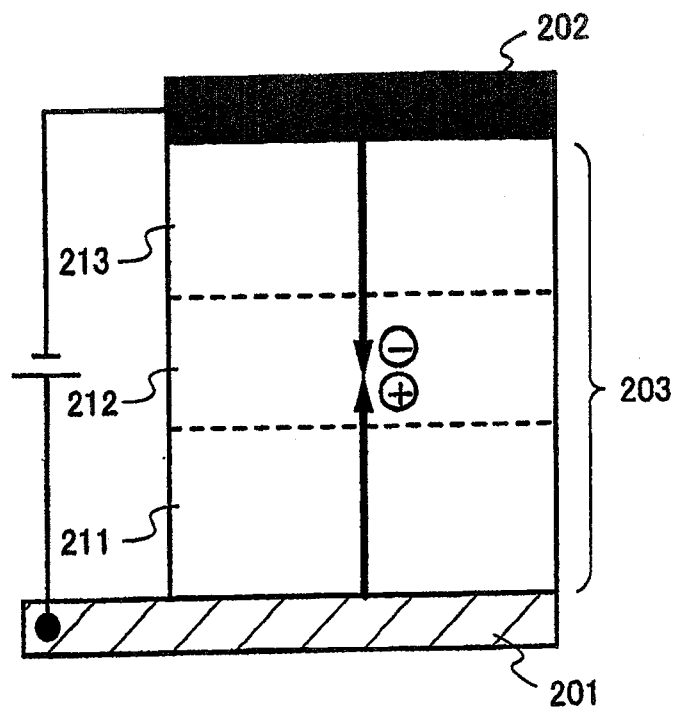


图 2

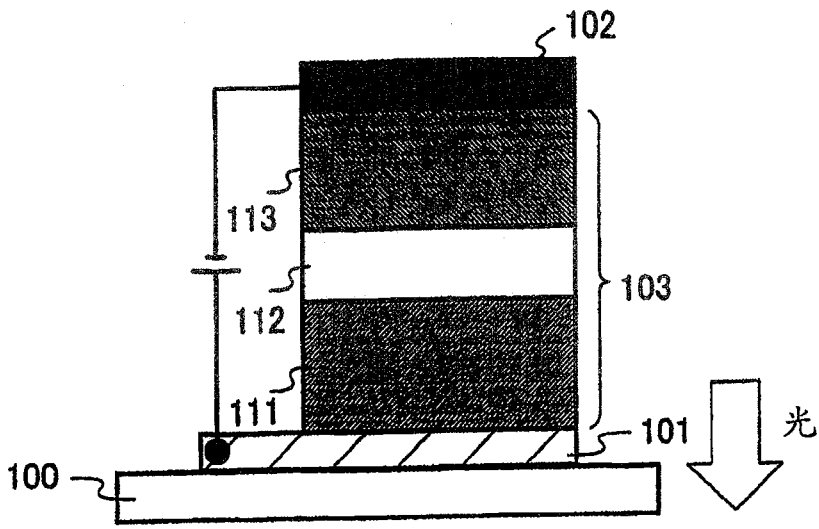


图 3A

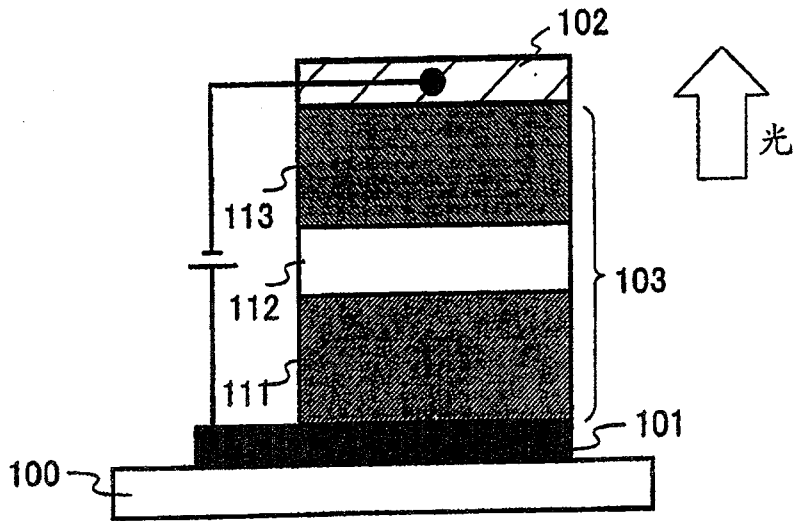


图 3B

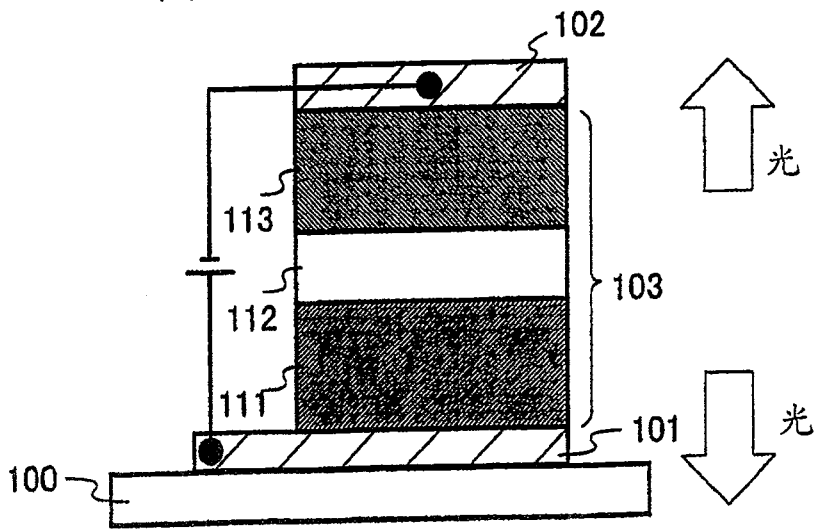


图 3C

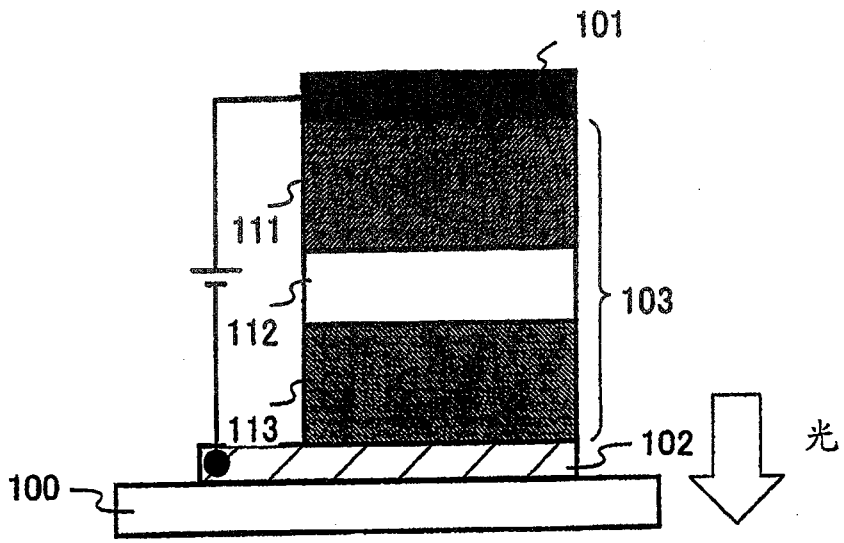


图 4A

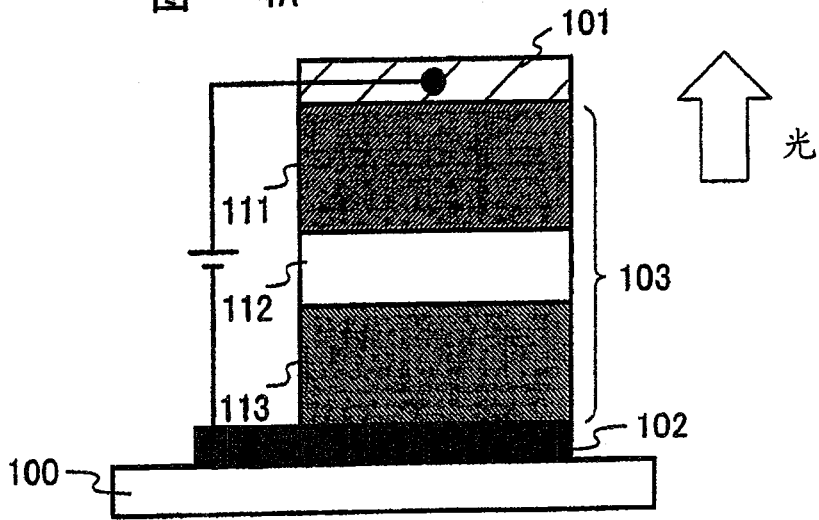


图 4B

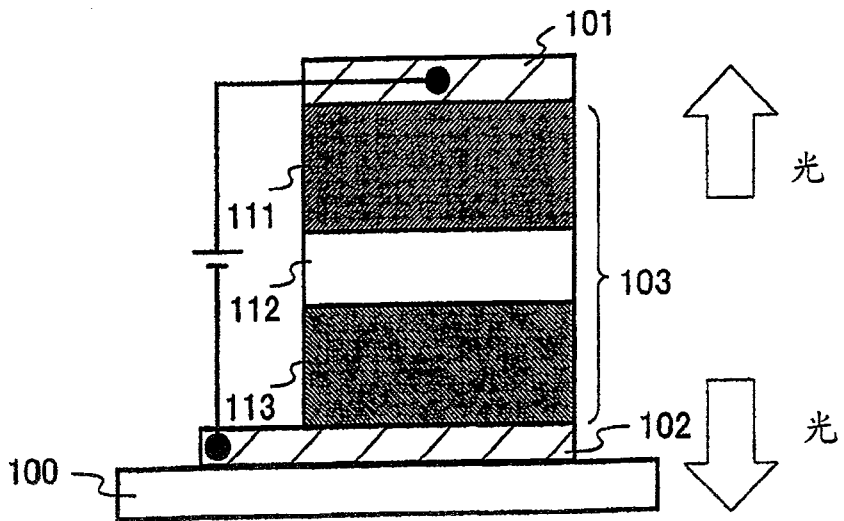


图 4C

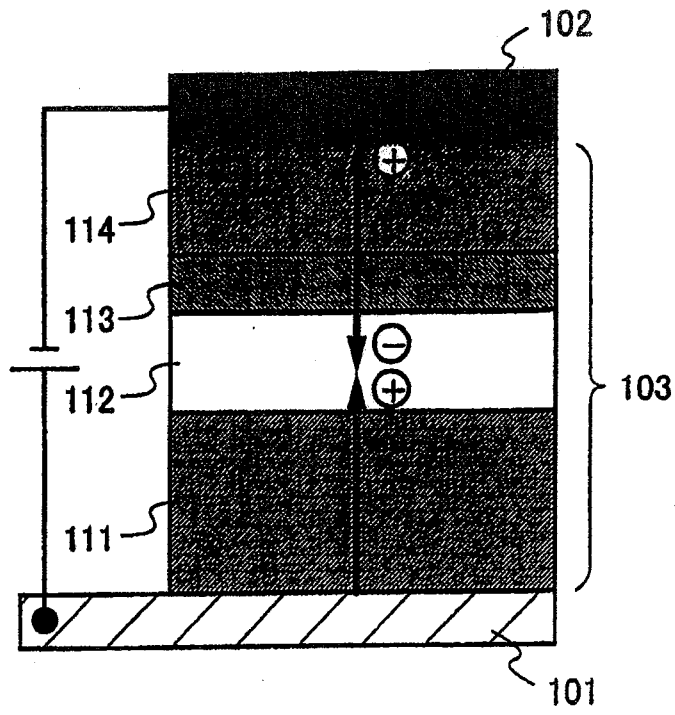


图 5

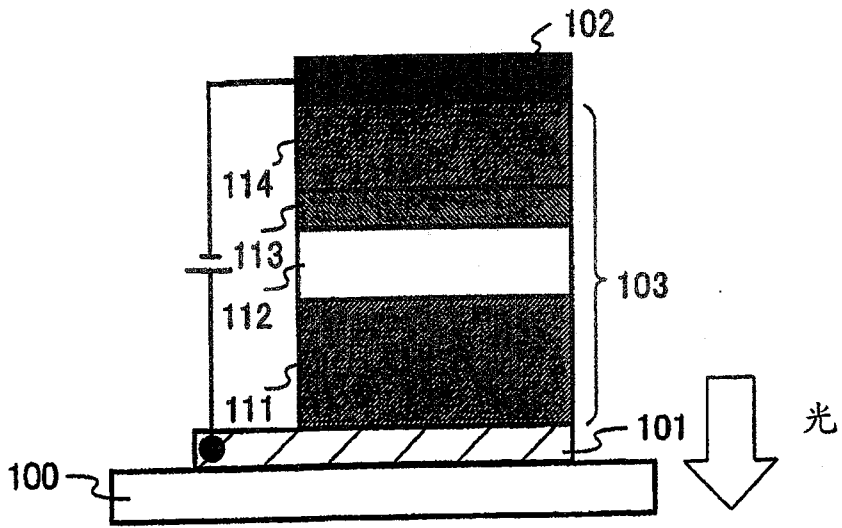


图 6A

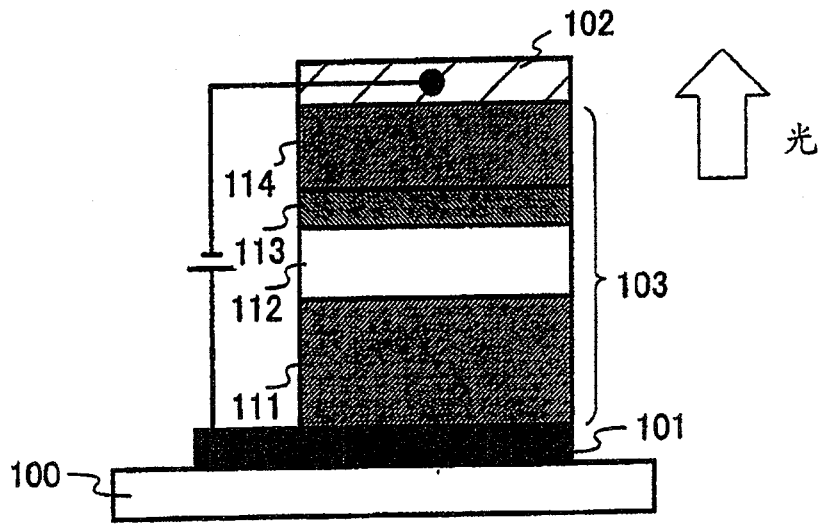


图 6B

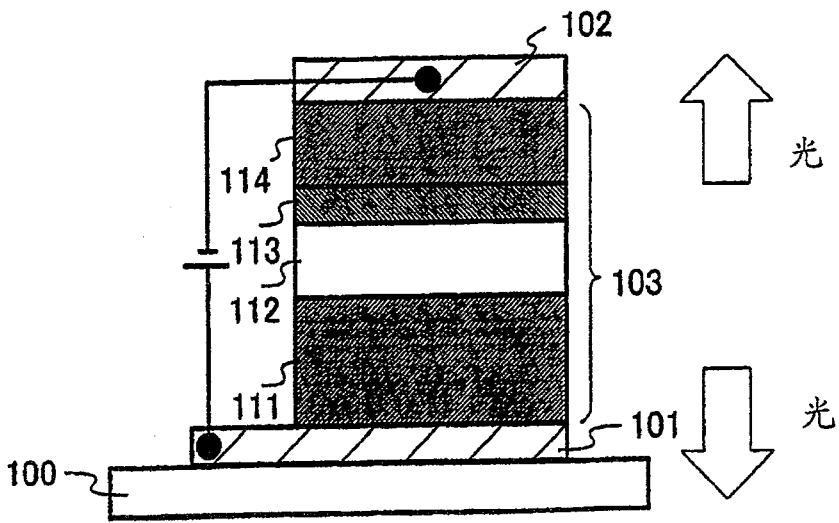


图 6C

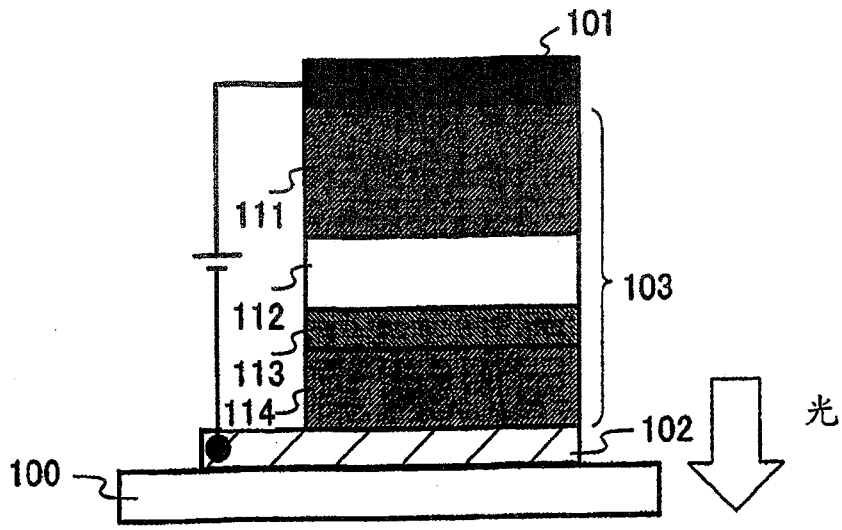


图 7A

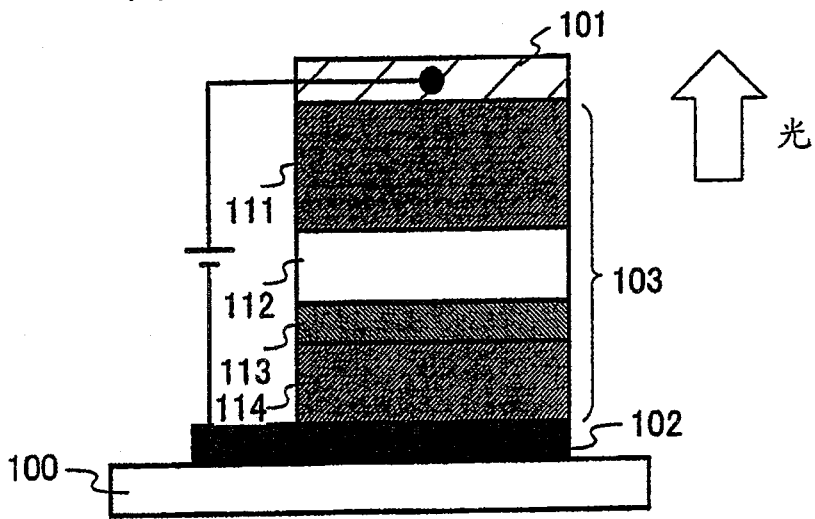


图 7B

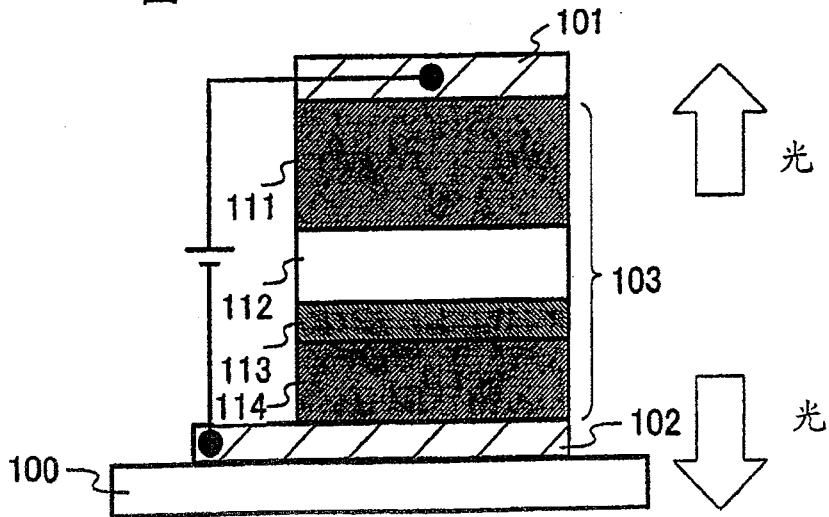


图 7C

图 8-(1)

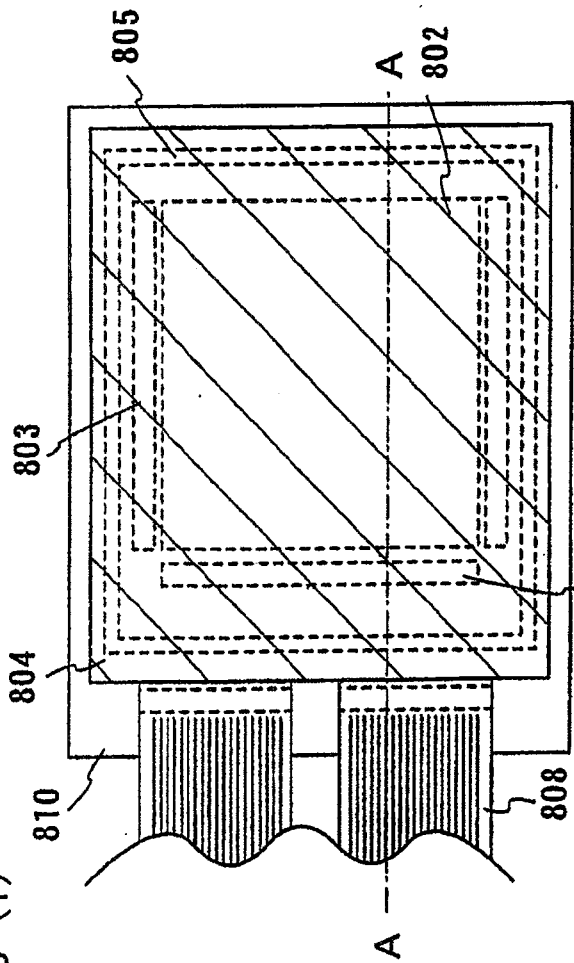
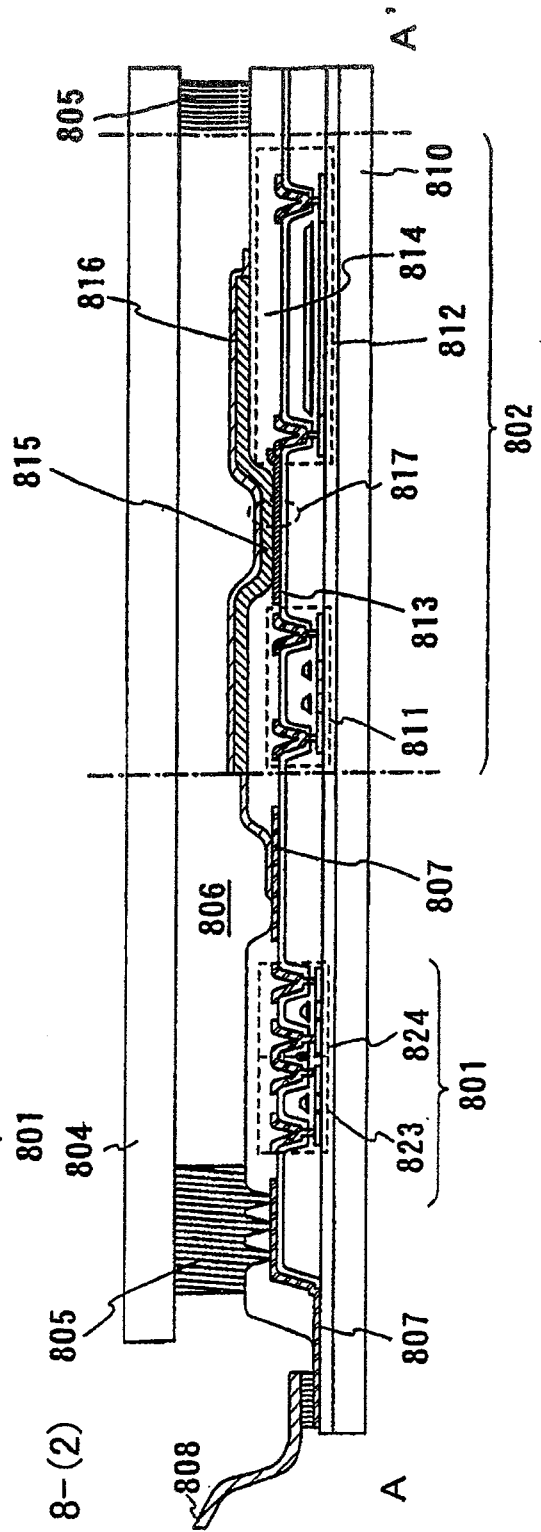


图 8-(2)



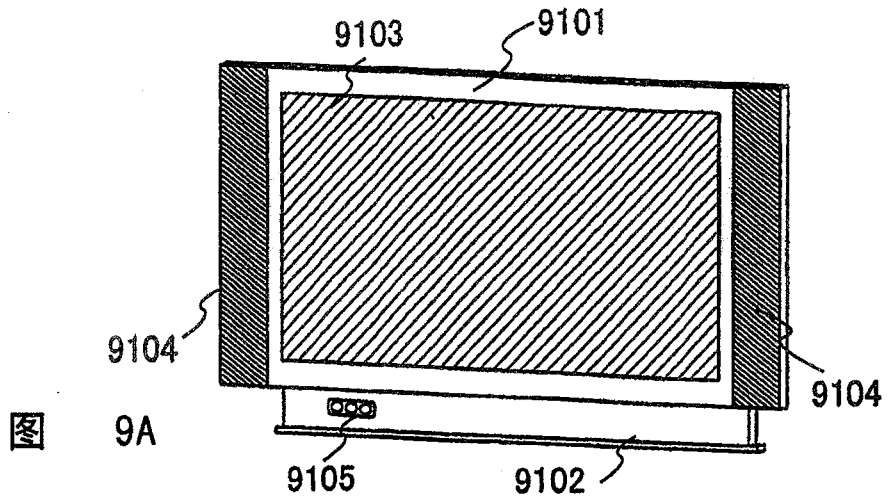


图 9A

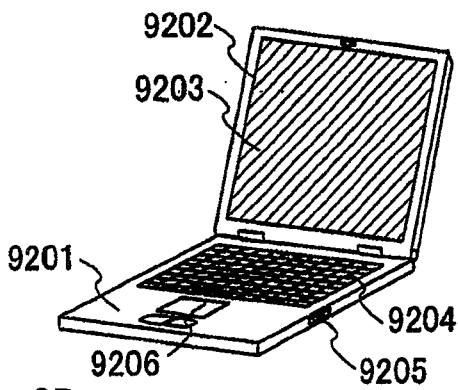


图 9B

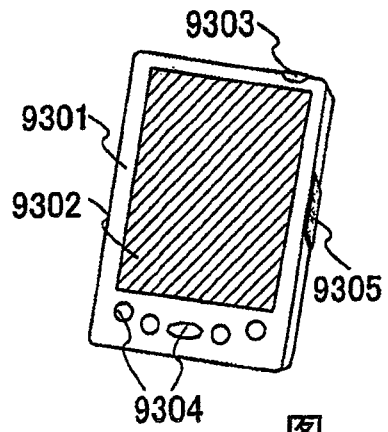


图 9C

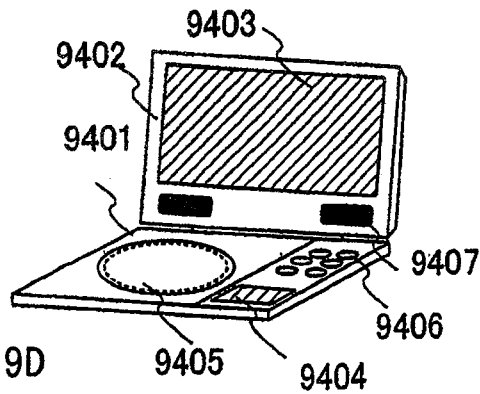


图 9D

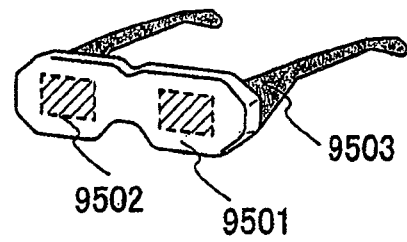


图 9E

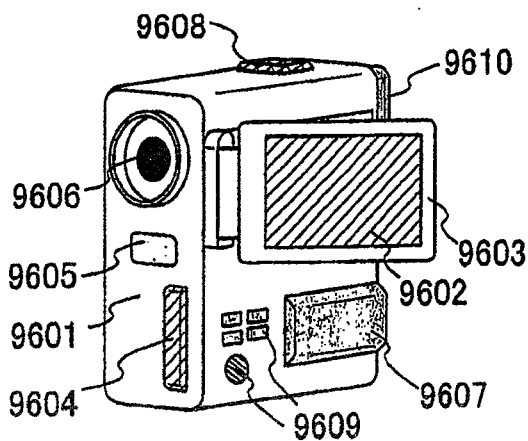


图 9F

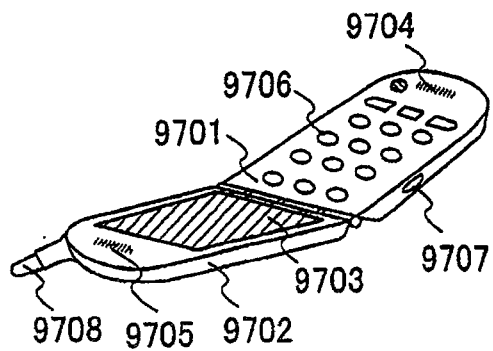


图 9G

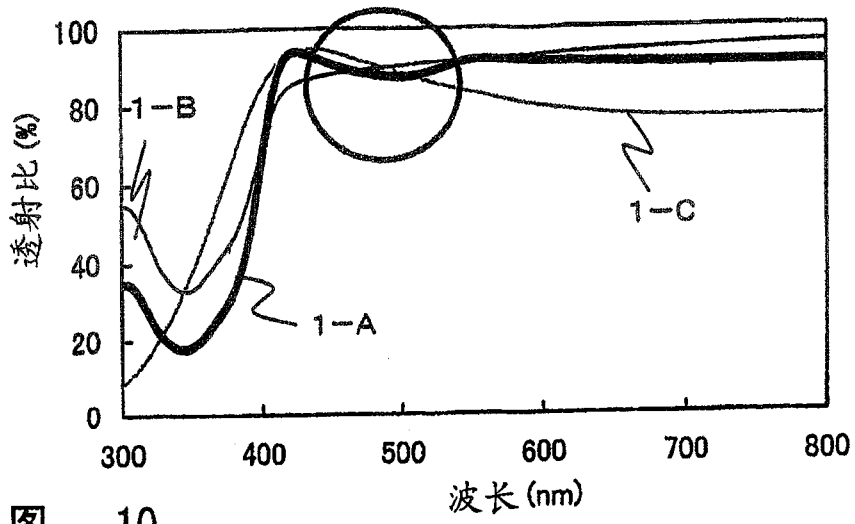


图 10

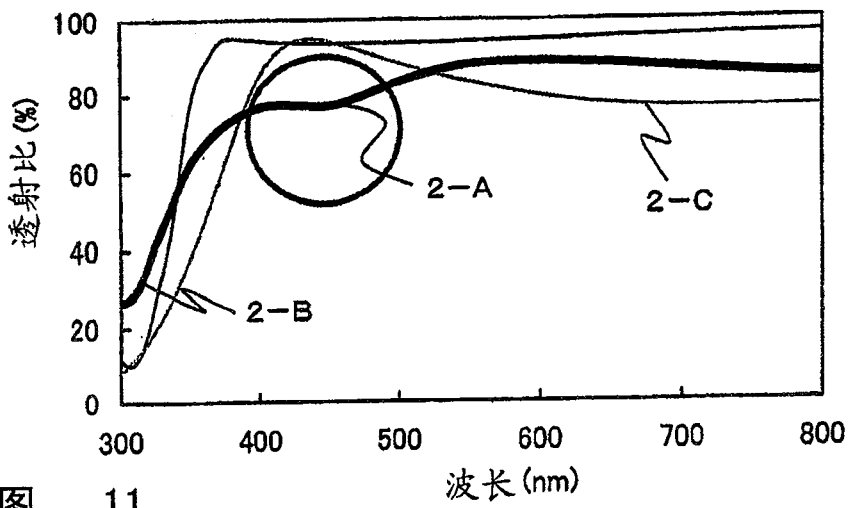


图 11

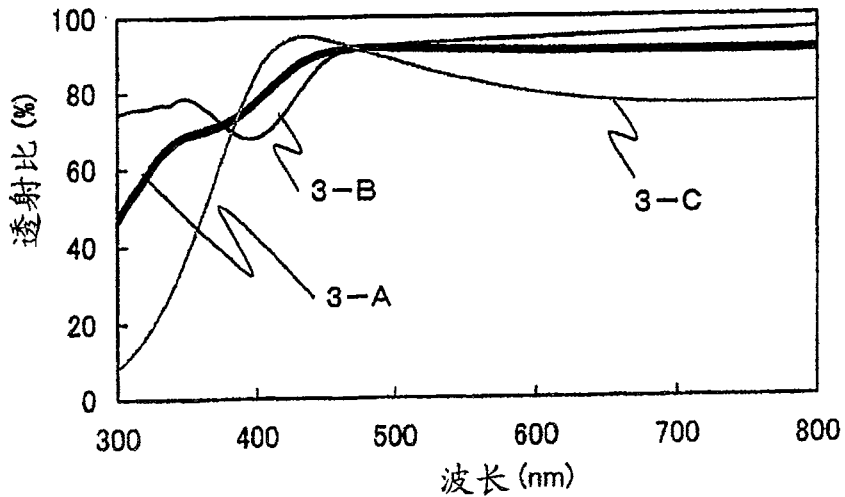


图 12

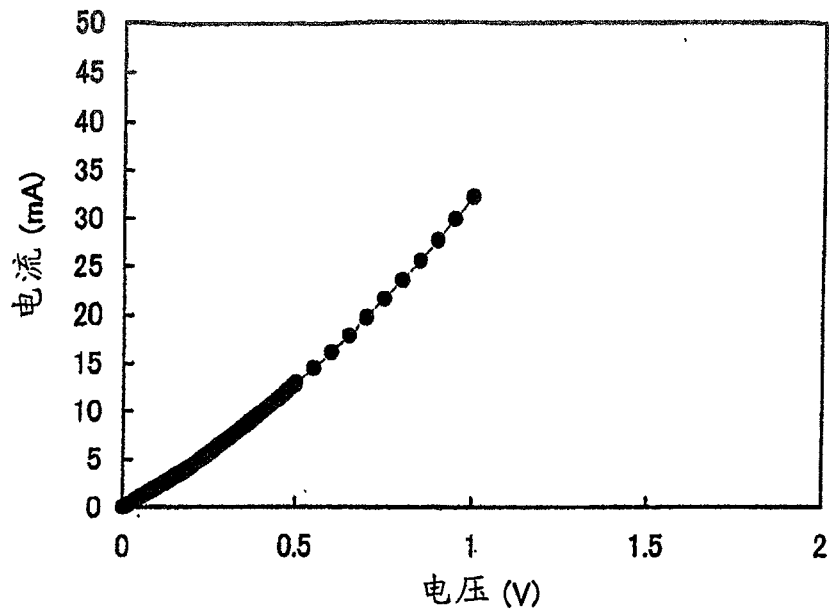


图 13