



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117119820 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 24

(21) 申请号 202311167724.0

H10K 59/35 (2023.01)

(22) 申请日 2015.05.19

H10K 50/13 (2023.01)

H10K 50/80 (2023.01)

(30) 优先权数据

2014-112796 2014.05.30 JP

2014-112849 2014.05.30 JP

(62) 分案原申请数据

201580028727.3 2015.05.19

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 濑尾哲史 大泽信晴

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 程晨

(51) Int. Cl.

H10K 50/11 (2023.01)

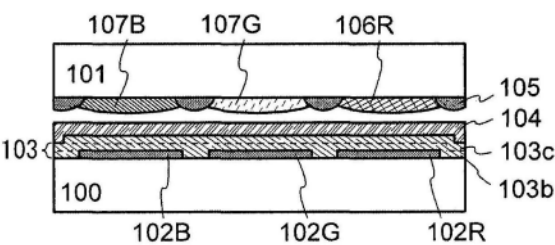
权利要求书2页 说明书34页 附图16页

(54) 发明名称

发光装置、显示装置及电子设备

(57) 摘要

提供了一种发光装置、显示装置及电子设备。发光装置包括：共享EL层的第一发光元件、第二发光元件以及第三发光元件。所述EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层及包含发射黄色或绿色磷光的发光材料的层。所述第二发光元件所发射的光入射到滤色片层或第二颜色转换层，并且所述第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。



1. 一种发光装置,包括:

第一发光元件;

第二发光元件;

第三发光元件;

第一滤色片;

第二滤色片;以及

第一颜色转换层,

其中所述第一发光元件、所述第二发光元件和所述第三发光元件各自包括:

阳极;

所述阳极上的第一发光层,所述第一发光层包含发射蓝色荧光的发光材料;

所述第一发光层上的电荷产生层;

所述电荷产生层上的第二发光层,所述第二发光层包含发射绿色磷光的发光材料;以

及

所述第二发光层上的阴极,

其中从所述第一发光元件发射的光不进入颜色转换层并且进入所述第一滤色片,

其中从所述第二发光元件发射的光进入所述第二滤色片,

其中从所述第三发光元件发射的光进入所述第一颜色转换层,其中所述第一滤色片透射蓝光,

其中所述第二滤色片透射绿光,并且

其中所述第一颜色转换层包含发射红光的颜色转换物质。

2. 一种发光装置,包括:

第一发光元件;

第二发光元件;

第三发光元件;

第一滤色片;

第一颜色转换层;以及

第二颜色转换层,

其中所述第一发光元件、所述第二发光元件和所述第三发光元件各自包括:

阳极;

所述阳极上的第一发光层,所述第一发光层包含发射蓝色荧光的发光材料;

所述第一发光层上的电荷产生层;

所述电荷产生层上的第二发光层,所述第二发光层包含发射绿色磷光的发光材料;以

及

所述第二发光层上的阴极,

其中从所述第一发光元件发射的光不进入颜色转换层并且进入所述第一滤色片,

其中从所述第二发光元件发射的光进入所述第一颜色转换层,

其中从所述第三发光元件发射的光进入所述第二颜色转换层,

其中所述第一滤色片透射蓝光,

其中所述第一颜色转换层包含发射绿光的颜色转换物质,并且

其中所述第二颜色转换层包含发射红光的颜色转换物质。

3. 根据权利要求1所述的发光装置,其中所述第一颜色转换层是使用量子点的颜色转换层。

4. 根据权利要求2所述的发光装置,其中所述第一颜色转换层和所述第二颜色转换层各自是使用量子点的颜色转换层。

5. 根据权利要求1所述的发光装置,
其中所述第一发光元件和所述第一滤色片彼此重叠,
其中所述第二发光元件和所述第二滤色片彼此重叠,并且
其中所述第三发光元件和所述第一颜色转换层彼此重叠。

6. 根据权利要求2所述的发光装置,
其中所述第一发光元件和所述第一滤色片彼此重叠,
其中所述第二发光元件和所述第一颜色转换层彼此重叠,并且
其中所述第三发光元件和所述第二颜色转换层彼此重叠。

7. 根据权利要求5或6所述的发光装置,
其中所述第一发光元件和所述第一颜色转换层彼此不重叠。

8. 根据权利要求1或2所述的发光装置,
其中所述第二发光层包含第一有机化合物和第二有机化合物,并且
其中所述第一有机化合物和所述第二有机化合物形成激基复合物。

9. 根据权利要求8所述的发光装置,其中所述激基复合物的发射光谱与发射绿色磷光的所述发光材料的最长波长一侧的吸收带重叠。

10. 根据权利要求1或2所述的发光装置,还包括包含氧化物半导体的晶体管,
其中所述晶体管与所述阳极电连接。

11. 根据权利要求1所述的发光装置,还包括所述第一滤色片和所述第二滤色片之间的黑矩阵。

12. 一种电子设备,包括:
根据权利要求1或2所述的发光装置,以及
传感器、操作按钮、扬声器和麦克风中的至少一个。

13. 一种能够折叠的便携式信息终端,包括:
显示面板,所述显示面板由铰链所连接的第一框体和第二框体支撑,
通过用所述铰链将所述便携式信息终端在所述第一框体和所述第二框体之间折叠,能够使所述便携式信息终端从展开状态变为折叠状态,

在位于折叠状态的所述便携式信息终端的侧面的所述显示面板的显示区域,能够显示图标、软件或程序的快捷方式。

14. 一种能够三折的便携式信息终端,包括:
显示面板,所述显示面板由铰链所连接的第一框体和第二框体支撑,
通过用所述铰链将所述便携式信息终端在所述第一框体和所述第二框体之间折叠,能够使所述便携式信息终端从展开状态变为折叠状态,

在位于折叠状态的所述便携式信息终端的侧面的所述显示面板的显示区域,能够显示图标、软件或程序的快捷方式。

发光装置、显示装置及电子设备

[0001] 本申请是申请号为201580028727.3、申请日为2015年5月19日、名称为“发光装置、显示装置及电子设备”的发明专利申请的分案申请。更具体说,本分案申请是基于申请号为202010049969.3,申请日为2015年5月19日,发明名称为“发光装置、显示装置及电子设备”的分案申请的再次分案申请。

技术领域

[0002] 本发明的一个方式涉及一种发光装置、显示装置、显示器模块、照明模块、电子设备及照明装置。注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。或者,本发明的一个方式涉及一种程序、机器、产品或者物质的组成。因此,更具体地,作为本说明书所公开的本发明的一个方式的技术领域的例子,可以举出半导体装置、显示装置、液晶显示装置、发光装置、照明装置、蓄电装置、存储装置、它们的驱动方法和它们的制造方法。

背景技术

[0003] 由于具有薄型轻量、对输入信号的高速响应性以及低耗电量等潜能,包括使用有机化合物作为发光物质的发光元件(有机EL元件)的下一代的照明装置或显示装置正在被开发且商品化。

[0004] 在有机EL元件中,通过对其间夹有发光层的电极施加电压,从电极注入的电子及空穴重新结合而使发光物质(有机化合物)成为激发态,并且当该激发态回到基底态时发光。发光物质所发射的光的光谱是该发光物质特有的,并且通过将不同种类的有机化合物用作发光物质,可以得到发射各种颜色的光的发光元件。

[0005] 当将该发光元件用于显示器等主要用来显示图像的显示装置时,为了再现全彩色影像,至少需要得到红、绿、蓝的三种颜色的光。并且,为了获得良好的颜色再现性而提高显示图像质量,通过采用微腔结构或滤色片,可以提高发光的颜色纯度。

[0006] 另外,为了减少耗电量,现有各种措施,例如改变所使用的发光材料的分子结构以及调整发光元件的材料或材料的组成以及发光元件的结构等。

[0007] [参考]

[0008] [专利文献]

[0009] [专利文献1]日本专利申请公开2009-129586号公报

发明内容

[0010] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的发光装置。或者,本发明的一个方式的目的之一是提供一种耗电量小的发光装置。或者,本发明的另一个方式的目的之一是提供一种耗电量小的电子设备及一种耗电量小的显示装置。

[0011] 本发明的一个方式只要达到上述目的中的任一个即可。

[0012] 在本发明的一个方式中,在将有机化合物用作发光材料的发光装置中,可以利用

颜色转换层来得到所希望的发光颜色,由此达到目的。

[0013] 本发明的一个方式是一种包括使用有机化合物的发光元件的发光装置。所述发光装置至少包括:第一发光元件;第二发光元件;以及第三发光元件。所述第一发光元件、所述第二发光元件及所述第三发光元件共享EL层。所述EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层及包含发射绿色磷光的发光材料的层。所述第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。

[0014] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,从所述第一发光元件发射的光透过使蓝色光透过的滤色片从发光装置提取。

[0015] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,从所述第二发光元件发射的光透过使绿色光透过的滤色片从发光装置提取。

[0016] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,从所述第二发光元件发射的光入射到发射绿色光的第二颜色转换层。

[0017] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一发光元件至所述第三发光元件是串联型发光元件。

[0018] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,在所述第一发光元件至所述第三发光元件中,包含发射蓝色荧光的发光材料的层与包含发射绿色磷光的发光材料的层彼此靠近。

[0019] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层和所述第二颜色转换层中的一个或两个的PL量子产率高于40%。

[0020] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层和所述第二颜色转换层中的一个或两个的PL量子产率高于53.3%。

[0021] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层和所述第二颜色转换层中的一个或两个的PL量子产率高于66%。

[0022] 本发明的一个方式是一种包括使用有机化合物的发光元件的发光装置,该发光装置具有以下特性。所述发光装置至少包括:第一发光元件;第二发光元件;以及第三发光元件。所述第一发光元件包含具有第一结构的EL层。所述第二发光元件及所述第三发光元件包含具有第二结构的EL层。所述具有第一结构的EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层及包含发射绿色磷光的发光材料的层。所述具有第二结构的EL层具有包含发射绿色磷光的发光材料的层。所述第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。

[0023] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射绿色磷光的发光材料的层更接近阳极,并且所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射绿色磷光的发光材料的层都是电子传输性比空穴传输性大的层。

[0024] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射绿色磷光的发光材料的层更接近阴极,并且所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射绿色磷光的发光材料的层都是空穴传输性比电子传输性大的层。

[0025] 本发明的一个方式是一种包括使用有机化合物的发光元件的发光装置,该发光装置具有以下特性。所述发光装置至少包括:第一发光元件;第二发光元件;以及第三发光元

件。所述第一发光元件包含具有第三结构的EL层。所述第二发光元件及所述第三发光元件包含具有第四结构的EL层。所述具有第四结构的EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层及包含发射绿色磷光的发光材料的层。所述具有第三结构的EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层。所述第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。

[0026] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射绿色磷光的发光材料的层更接近阳极,并且所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射绿色磷光的发光材料的层都是空穴传输性比电子传输性大的层。

[0027] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射绿色磷光的发光材料的层更接近阴极,并且所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射绿色磷光的发光材料的层都是电子传输性比空穴传输性大的层。

[0028] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层的PL量子产率高于50%。

[0029] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射绿色磷光的发光材料的层还包括第一有机化合物、第二有机化合物,并且所述第一有机化合物及所述第二有机化合物形成激基复合物(exciplex)。

[0030] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述激基复合物的发射光谱与所述发射绿色磷光的发光材料的最长波长一侧的吸收带重叠。

[0031] 本发明的一个方式是一种包括使用有机化合物的发光元件的发光装置,该发光装置具有以下特性。所述发光装置至少包括:第一发光元件;第二发光元件;以及第三发光元件。所述第一发光元件、所述第二发光元件及所述第三发光元件共享EL层,所述EL层包含发射蓝色荧光的发光材料及发射黄色磷光的发光材料。所述第二发光元件所发射的光入射到第二颜色转换层,所述第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。

[0032] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,从所述第一发光元件发射的光透过使蓝色光透过的滤色片从发光装置提取。

[0033] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第二发光元件具有放大蓝色光的微腔结构。

[0034] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一发光元件至所述第三发光元件是串联型发光元件。

[0035] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,在所述第一发光元件至所述第三发光元件中,包含发射蓝色荧光的发光材料的层与包含发射黄色磷光的发光材料的层彼此靠近。

[0036] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层的PL量子产率大于40%。

[0037] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层的PL量子产率大于50%。

[0038] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层的PL量子产率大于53.3%。

[0039] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层的PL量子产率大于66%。

[0040] 本发明的一个方式是一种包括使用有机化合物的发光元件的发光装置,该发光装置具有以下特性。所述发光装置至少包括:第一发光元件;第二发光元件;以及第三发光元件。所述第一发光元件及第二发光元件包含具有第五结构的EL层。所述第三发光元件包含具有第六结构的EL层。所述具有第五结构的EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层及包含发射黄色磷光的发光材料的层。所述具有第六结构的EL层具有包含发射黄色磷光的发光材料的层。所述第二发光元件所发射的光入射到第二颜色转换层,并且第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。

[0041] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射黄色磷光的发光材料的层更接近阳极,并且所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射黄色磷光的发光材料的层都是电子传输性比空穴传输性大的层。

[0042] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射黄色磷光的发光材料的层更接近阴极,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射黄色磷光的发光材料的层都是空穴传输性比电子传输性大的层。

[0043] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光装置还包括第四发光元件,其中所述第四发光元件所发射的光透过使黄色光透过的滤色片从发光装置提取。

[0044] 本发明的一个方式是一种包括使用有机化合物的发光元件的发光装置,该发光装置具有以下特性。所述发光装置至少包括:第一发光元件;第二发光元件;以及第三发光元件。所述第一发光元件及第二发光元件包含具有第七结构的EL层,所述第三发光元件包含具有第八结构的EL层。所述具有第八结构的EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层及包含发射黄色磷光的发光材料的层。所述具有第七结构的EL层具有包含发射蓝色荧光的发光材料的层。所述第二发光元件所发射的光入射到第二颜色转换层,所述第三发光元件所发射的光入射到第一颜色转换层。

[0045] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射黄色磷光的发光材料的层更接近阳极,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射黄色磷光的发光材料的层都是空穴传输性比电子传输性大的层。

[0046] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层比所述包含发射黄色磷光的发光材料的层更接近阴极,所述包含发射蓝色荧光的发光材料的层及所述包含发射黄色磷光的发光材料的层都是电子传输性比空穴传输性大的层。

[0047] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光装置还包括第四发光元件,所述第四发光元件包括具有第四结构的EL层,其中所述第四发光元件所发射的光透过使黄色光透过的滤色片从发光装置提取。

[0048] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层的PL量子产率大于或等于50%。

[0049] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第二颜色转换层发射绿色光。

[0050] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述包含发射黄色磷光的发光材料的层还包括第一有机化合物、第二有机化合物,并且所述第一有机化合物及所述第二有机化合物形成激基复合物。

[0051] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述激基复合物的发射光谱与所述发射黄色磷光的发光材料的最长波长一侧的吸收带重叠。

[0052] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层发射红色光。

[0053] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光装置还包括第四发光元件,其中所述第四发光元件所发射的光入射到第三颜色转换层,所述第三颜色转换层发射黄色光。

[0054] 本发明的一个方式是一种具有上述结构的发光装置,其中,所述第一颜色转换层包括量子点。

[0055] 本发明的一个方式是一种电子设备,包括具有上述结构的发光装置,传感器、操作按钮、扬声器或麦克风中的至少一个。

[0056] 本发明的一个方式可以提供一种新颖的发光装置。根据本发明的一个方式可以提供一种耗电量小的发光装置。根据本发明的另一个方式可以提供一种耗电量小的显示装置及一种耗电量小的电子设备。

[0057] 本发明的一个方式只要具有上述效果中的至少一个即可。

附图说明

[0058] 在附图中:

[0059] 图1A至图1D是发光装置的示意图;

[0060] 图2A至图2D是发光装置的示意图;

[0061] 图3A至图3D是发光装置的示意图;

[0062] 图4A至图4D是发光装置的示意图;

[0063] 图5A至图5C是发光元件的示意图;

[0064] 图6A及图6B是有源矩阵型发光装置的示意图;

[0065] 图7A及图7B是有源矩阵型发光装置的示意图;

[0066] 图8是有源矩阵型发光装置的示意图;

[0067] 图9A及图9B是无源矩阵型发光装置的示意图;

[0068] 图10A、图10B1、图10B2、图10C、图10D示出电子设备;

[0069] 图11示出车载显示装置及照明装置;以及

[0070] 图12A至图12C示出电子设备。

具体实施方式

[0071] 下面,参照附图详细地说明本发明的实施方式。注意,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解,在不脱离本发明的宗旨及其范围的情

况下可以进行各种改变和修改。因此,本发明不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。图1A至图1D、图2A至图2D、图3A至图3D、图4A至图4D是用于说明本发明的方式的图。

[0072] <利用蓝色荧光和绿色磷光的串联型元件的转换>

[0073] 图1A示出使用利用蓝色荧光和绿色磷光的串联元件的本发明的一个方式的发光装置。在该发光装置中,至少在衬底100上设置有第一发光元件、第二发光元件及第三发光元件。第一发光元件至第三发光元件共享EL层103及第二电极104,而第一电极不同。第一发光元件包括第一电极102B,第二发光元件包括第一电极102G,第三发光元件包括第一电极102R。另外,密封衬底101设置有黑矩阵105、滤色片107B、滤色片107G及颜色转换层106R。滤色片107B使蓝色光透过,滤色片107G使绿色光透过。另外,颜色转换层106R包含发射红色光的颜色转换物质。

[0074] 在图1A中,EL层103具有以图5A所示的结构为典型的串联结构。串联结构是指第一发光单元103b与第二发光单元103c夹着作为电荷产生层的中间层109而层叠的结构。假定第一电极102是阳极而第二电极104是阴极,各发光单元的典型结构为:从第一电极102(在此为阳极)一侧依次层叠有空穴注入层114、空穴传输层115、发光层116、电子传输层117、电子注入层118等。在这种结构中,发光层116中包含发光材料。另外,当将第一电极102用作阴极且将第二电极104用作阳极时,使EL层的层叠顺序与上述顺序相反即可。注意,EL层103被第一发光元件至第三发光元件共享。

[0075] 第一发光单元103b和第二发光单元103c中的一个发射蓝色荧光,而另一个发射绿色磷光。由此,从EL层103可以得到蓝色荧光与绿色磷光合成的光。各发光单元中的发光层除了发光材料以外还包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,发光层还包含第二有机化合物,并且优选该第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,该激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0076] 从第一发光元件发射的光透过滤色片107B提取到发光装置外。另外,从第二发光元件发射的光透过滤色片107G提取到发光装置外。从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R,颜色转换层106R被该入射的光激发而发射红色光。

[0077] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素(在本说明书中,像素是指具有诸如滤色片、颜色转换层和衬底等的影响提取效率的组件的发光元件)的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是类似的。

[0078] 首先,计算具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。为了利用使用串联元件的发光装置高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色,通常有效的是使用具有各自的发光波长的发光材料。并且从兼顾实用性和效率的角度来看,蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料被广泛地使用。采用与图5A相同的具有两个发光单元的双串联结构。其中一个发光单元的发光层为使用蓝色荧光材料的荧光发光层,而另一个发光单元的发光层为使用红色磷光材料和绿色磷光材料的磷光发光层。

[0079] 在具有这样的结构的发光元件中,假设荧光层的内部量子效率为25%,磷光层的内部量子效率为100%。那么蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CF} \%$ (注意, χ_{CF} 是使用滤色片

时的光提取效率,并且, χ_{CF} 假定为所使用的滤色片的透过率的最大值乘以 χ_A ;另外, χ_A 是移除滤色片的透过率或颜色转换层的PL量子效率的光提取效率,并且假定在发光装置内的所有像素中是共同的。绿色像素及红色像素的外部量子效率都是 $50 \times \chi_{CF} \%$ (这是因为由绿色与红色分享激子的缘故;为了简便起见,在此假定激子被绿色与红色对半分享)。

[0080] 接着,对于具有图1A所示的结构的发光装置,蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CF} \%$,绿色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CF} \%$ (磷光发光层是绿色单层;不设置滤色片时为 $100 \times \chi_A \%$),红色像素的外部量子效率为 $125 \times \chi_{CC}$ (注意, χ_{CC} 是使用颜色转换层时的光提取效率,并且, χ_{CC} 假定为所使用的颜色转换层的PL量子产率乘以 χ_A 。另外,红色像素的外部量子效率成为 $125 \times \chi_{CC} \%$ 是因为对内部量子效率为100%的绿色磷光和内部量子效率为25%的蓝色荧光进行颜色转换而得来的)。

[0081] 在此,具有本实施例的结构的绿色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CF} \%$,而具有现有结构的绿色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF} \%$,由此可以期待具有本实施例的结构的绿色像素有两倍的外部量子效率。另外,具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $125 \times \chi_{CC} \%$,而具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF} \%$,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,具有本实施例的结构的红色像素可以期待是现有结构的2.5倍的效率。由此,只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的40%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素,从而可以减小发光装置的功耗。另外,也可以用颜色转换层106G代替使绿色光透过的滤色片107G。此时,绿色像素的外部量子效率成为与红色像素相同的 $125 \times \chi_{CC} \%$,只要颜色转换层的PL量子产率 χ_{CC} 大于或等于滤色片的透过率 χ_{CF} 的40%,就能够实现外部量子效率比现有的绿色像素高的绿色像素,从而可以减小发光装置的功耗。

[0082] 此外,如图2A所示,也可以对图1A所示的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括EL层,EL层包括第一电极102Y与第二电极104之间的第一发光单元103b、第二发光单元103c。另外,从第四发光元件发射的光入射到颜色转换层106Y,由此颜色转换层106Y发射黄色光。由于该黄色光对内部量子效率为25%的蓝色荧光和内部量子效率为100%的绿色磷光进行颜色转换而得来的,所以该黄色像素的外部量子效率为 $125 \times \chi_{CC} \%$ 。

[0083] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像,并且颜色再现性好。另外,因为黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0084] <利用蓝色荧光和绿色磷光的单元件的转换>

[0085] 图1B示出使用利用蓝色荧光和绿色磷光的单元件的本发明的一个方式的发光装置。与图1A所示的发光装置同样地,该发光装置至少包括第一发光元件至第三发光元件。关于衬底100、密封衬底101、第一电极102B和102G以及102R、第二电极104、黑矩阵105、颜色转换层106R、滤色片107G、滤色片107B也与图1A所示的发光装置是同样的,因此省略其说明。

[0086] 在图1B中,EL层103d为以图5B所示的结构为典型的单个结构,其中,在一个发光单元中两个发光层(第一发光层116d-1及第二发光层116d-2)彼此靠近。第一发光层116d-1与第二发光层116d-2既可以彼此接触,又可以在其间设置有厚度为小于或等于20nm的分离层。分离层的厚度优选为大于或等于1nm且小于或等于10nm。注意,EL层103d由第一发光元件至第三发光元件共享。

[0087] 在本结构中,图5B中的第一发光层116d-1和第二发光层116d-2中的一个发射蓝色

荧光,而另一个发射绿色磷光。从EL层103d可以得到蓝色荧光与绿色磷光合成的光。第一发光层116d-1和第二发光层116d-2除了发光材料以外还包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,第一发光层116d-1和第二发光层116d-2还都包含第二有机化合物,并且优选该第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0088] 从第一发光元件发射的光透过蓝色滤色片107B提取到发光装置外。另外,从第二发光元件发射的光透过绿色滤色片107G提取到发光装置外。从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R,颜色转换层106R被该入射的光激发而发射红色光。

[0089] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0090] 首先,计算具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。为了在使用包括单结构EL层(其中在一个发光单元中两个发光层彼此靠近)的发光元件的发光装置中得到红色、绿色、蓝色这三种颜色而不使用颜色转换层,需要以对应各颜色的波长的强度发光的发光材料。从兼顾实用性和效率的角度来看,当使用蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料时,优选将蓝色荧光材料用于第一发光层116d-1和第二发光层116d-2中的一个,并将红色磷光材料及绿色磷光材料用于另一个。假设发光元件中的荧光发光层的内部量子效率为25%,则发光元件中的磷光发光层的内部量子效率为100%,激子被蓝色、绿色、红色平分;蓝色像素的外部量子效率为 $8.3 \times \chi_{CF} \%$,绿色像素及红色像素的外部量子效率均为 $33.3 \times \chi_{CF} \%$ 。

[0091] 接着,考察具有图1B的结构的发光装置。除了与上述同样的假设以外,还假设激子被蓝色和绿色平分;因此,蓝色像素的外部量子效率为 $12.5 \times \chi_{CF} \%$,绿色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF} \%$,红色像素的外部量子效率为 $62.5 \times \chi_{CC} \%$ 。如此,通过使用本发明的一个方式的结构,能够得到效率远比现有的元件高的发光元件。注意,也可以用颜色转换层106G代替使绿色光透过的滤色片107G。此时,绿色像素的外部量子效率成为与红色像素相同的 $62.5 \times \chi_{CC} \%$ 。

[0092] 在此,对具有现有结构的各像素中的外部量子效率与具有本实施例的结构的各像素的外部量子效率进行比较。具有本实施例的结构的蓝色像素的外部量子效率为 $12.5 \times \chi_{CF} \%$,而具有现有结构的蓝色像素的外部量子效率为 $8.3 \times \chi_{CF} \%$,由此可以期待具有本实施例的结构的蓝色像素的外部量子效率是具有现有结构的蓝色像素的外部量子效率的大约1.5倍。另外,具有现有结构的绿色像素的外部量子效率为 $33 \times \chi_{CF} \%$,而具有本实施例的结构的绿色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF} \%$,由此也可以期待具有本实施例的结构的绿色像素的外部量子效率为现有结构的大约1.5倍。具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $33 \times \chi_{CF} \%$,而具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $62.5 \times \chi_{CC} \%$,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,可以期待具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的大约1.88倍。由此,只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的53.3%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素,从而可以减小发光装置的功耗。

[0093] 此外,如图2B所示,也可以对图1B的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括具有单结构的EL层,在该单结构中,在第一电极102Y与第二电极104之间,两个发光层(第一发光层116d-1及第二发光层116d-2)彼此靠近。另外,从第四发光元件发射的光入射到颜色转换层106Y,由此颜色转换层106Y发射黄色光。由于该黄色光是对蓝色荧光和绿色磷光进行颜色转换而得来的,所以该黄色像素的外部量子效率为 $62.5 \times \chi_{cc} \%$ 。

[0094] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像,并且颜色再现性好。另外,黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0095] <蓝色荧光的单元件以及绿色磷光的单元件的转换(一个使用掩模的选择性淀积步骤)1>

[0096] 图1C示出使用蓝色荧光的单元件以及绿色磷光的单元件的本发明的一个方式的发光装置。与图1A所示的发光装置同样,该发光装置至少包括第一发光元件至第三发光元件,另外,关于衬底100、密封衬底101、第一电极102B和102G和102R、第二电极104、黑矩阵105、颜色转换层106R也与图1A所示的发光装置是同样的,因此省略其说明。

[0097] 在图1C所示的发光装置中,第一发光元件包括具有第一结构的EL层,第二发光元件及第三发光元件包括具有第二结构的EL层。

[0098] 具有第一结构的EL层是包括第一EL层103e、第二EL层103f、第三EL层103g及第四EL层103h的层叠。另外,具有第二结构的EL层是包括第一EL层103e、第三EL层103g及第四EL层103h的层叠。

[0099] 在第一电极为阳极且第二电极为阴极的情况下,第一EL层103e相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,第二EL层103f相当于图5B中的第一发光层116d-1,第三EL层103g相当于图5B中的第二发光层116d-2,第四EL层103h相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118。也就是说,具有第一结构的EL层具有与图5B中的EL层103d同样的结构,具有第二结构的EL层具有与图5C中的EL层103a同样的结构。

[0100] 形成具有第一结构的EL层和具有第二结构的EL层只需要一个使用掩模的选择性淀积步骤。即,只需进行一个使用掩模的选择性淀积步骤,就可以实现远比常规的层叠荧光发光层和磷光发光层的单结构的发光元件高的发光效率。

[0101] 另外,第二EL层103f包含作为发光材料的发射蓝色荧光的有机化合物,第三EL层103g包含作为发光材料的发射绿色磷光的有机化合物。第二EL层103f及第三EL层103g除了它们的相应的发光材料以外,还都包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,第二EL层103f及第三EL层103g还包含第二有机化合物,并且优选该第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0102] 另外,在具有本结构的发光装置中,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是电子传输性高于空穴传输性的层。通过采用这种结构,可以从第一发光元件只得到蓝色荧光,并且从第二发光元件及第三发光元件分别只得到绿色磷光。另外,当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,第一EL层103e相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118,第四EL层103h相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是空穴传输性高于电子传输性的层。

[0103] 另外,虽然在图1C中第二EL层103f比第三EL层103g先形成,但是也可以在形成第二EL层103f之前形成第三EL层103g。此时,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是空穴传输性高于电子传输性的层。当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是电子传输性高于空穴传输性的层。

[0104] 当从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R时,可以从颜色转换层106R得到红色光。另外,从第一发光元件发射的光和从第二发光元件发射的光分别透过滤色片被提取到发光装置外。在没有滤色片时,可以高效地得到光。而在透过滤色片时可以得到色纯度高的发光。

[0105] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0106] 首先,计算具有不使用颜色转换层的结构(与上述结构不同)的发光装置中的各像素的外部量子效率。该发光装置中的发光元件的结构与图1C的发光装置中的各发光元件的元件结构是同样的。为了在该发光装置中高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色,通常需要发射具有分别对应于红色、绿色、蓝色的波长的强度的光的发光材料。从兼顾实用性和效率的角度来看,使用蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料,将蓝色荧光材料用于第二EL层103f,将红色磷光材料及绿色磷光材料用于第三EL层103g。从第二发光元件和第三发光元件得到红色光与绿色光合成的光。所以通过使光透过绿色滤色片而将来自第二发光元件的光提取到发光装置外,由此可以得到绿色发光,通过使光透过红色滤色片而将来自第三发光元件的光提取到发光装置外,由此可以得到红色发光。

[0107] 在具有这样的结构的发光元件中,假设荧光发光层的内部量子效率为25%,磷光发光层的内部量子效率为100%。则蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF}$ %),绿色像素及红色像素的外部量子效率都为 $50 \times \chi_{CF}$ %。

[0108] 接着,对于具有图1C的结构的发光装置,其中蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF}$ %),绿色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $100 \times \chi_{CF}$ %),红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %。如此,通过采用本发明的一个方式的结构,可以得到发光效率非常高的发光装置。

[0109] 在此,具有现有结构的绿色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ %,而具有本实施例的结构的外部量子效率为 $100 \times \chi_A$ %,由此可以期待具有本实施例的绿色像素的外部量子效率为具有现有结构的绿色像素的外部量子效率的两倍或以上。另外,具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ %,而具有本实施例的结构的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,可以期待具有本实施例的结构的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的两倍。由此,只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的50%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素,从而可以减小发光装置的功耗。

[0110] 另外,如图2C所示,也可以对图1C的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括第一电极102Y与第二电极104之间的具有第二结构的EL层。另外,从第四发光

元件发射的光入射到颜色转换层106Y,由此颜色转换层106Y发射黄色光。由于该黄色光是对绿色磷光进行颜色转换而得来的,所以该黄色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{cc} \%$ 。

[0111] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像,并且颜色再现性好。另外,黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0112] <蓝色荧光的单元件以及绿色磷光的单元件的转换(一个使用掩模的选择性淀积步骤)2>

[0113] 图1D示出使用蓝色荧光的单元件以及绿色磷光的单元件的本发明的一个方式的发光装置。与图1A所示的发光装置同样,该发光装置至少包括第一发光元件至第三发光元件。另外,关于衬底100、密封衬底101、第一电极102B和102G和102R、第二电极104、黑矩阵105、颜色转换层106R也与图1A所示的发光装置是同样的,因此省略其说明。

[0114] 在图1D所示的发光装置中,第一发光元件包括具有第三结构的EL层,第二发光元件及第三发光元件包括具有第四结构的EL层。

[0115] 具有第三结构的EL层是包括第一EL层103i、第二EL层103j及第四EL层103m的层叠。另外,具有第四结构的EL层是包括第一EL层103i、第二EL层103j、第三EL层103k及第四EL层103m的层叠。

[0116] 在第一电极为阳极且第二电极为阴极的情况下,第一EL层103i相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,第二EL层103j相当于图5B中的第一发光层116d-1,第三EL层103k相当于图5B中的第二发光层116d-2,第四EL层103m相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118。也就是说,具有第四结构的EL层具有与图5B中的EL层103d同样的结构,具有第三结构的EL层具有与图5C中的EL层103a同样的结构。

[0117] 形成具有第三结构的EL层和具有第四结构的EL层只需要一个使用掩模的选择性淀积步骤。即,只需进行一个使用掩模的选择性淀积步骤,就可以实现远比常规的具有层叠荧光发光层和磷光发光层的单结构的发光元件高的发光效率。

[0118] 另外,第二EL层103j包含作为发光材料的发射蓝色荧光的有机化合物,第三EL层103k包含作为发光材料的发射绿色磷光的有机化合物。第二EL层103j及第三EL层103k除了发光材料以外,还包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,第二EL层103j及第三EL层103k还包含第二有机化合物,并且优选该第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,该激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0119] 另外,在具有该结构的发光装置中,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是空穴传输性高于电子传输性的层。通过采用这种结构,可以从第一发光元件只得到蓝色荧光,并且从第二发光元件及第三发光元件分别只得到绿色磷光。另外,当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,第一EL层103i相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118,第四EL层103m相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是电子传输性高于空穴传输性的层。

[0120] 另外,虽然在图1D中第二EL层103j比第三EL层103k先形成,但是也可以在形成第二EL层103j之前形成第三EL层103k。此时,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是空穴传输性高于电子传输性的层。当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是电子传输性高于空穴传输性的层。

[0121] 当从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R时,可以从颜色转换层106R得到红色光。另外,也可以使从第一发光元件发射的光和从第二发光元件发射的光分别透过滤色片提取到发光装置外。在没有滤色片的情况下,可以高效地得到光。而在透过滤色片时可以得到色纯度高的发光。

[0122] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0123] 首先,计算具有不使用颜色转换层的结构(与上述结构不同)的发光装置中的各像素的外部量子效率。该发光装置中的发光元件的结构与图1D的发光装置中的各发光元件的元件结构是同样的。为了在该发光装置中高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色,通常需要对对应各色波长的强度发光的发光材料。从兼顾实用性和效率的角度来看,在使用蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料的情况下,优选将蓝色荧光材料用于第二EL层103j,将红色磷光材料及绿色磷光材料用于第三EL层103k。从第二发光元件和第三发光元件可以得到红色光与绿色光合成的光。所以通过使光透过绿色滤色片而将来自第二发光元件的光提取到发光装置外部,从而可以得到绿色光,通过使光透过红色滤色片而将来自第三发光元件的光提取到发光装置外,从而可以得到红色光。

[0124] 在具有这样的结构的发光元件中,假设荧光发光层的内部量子效率为25%,磷光发光层的内部量子效率为100%。则蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF}$ %),绿色像素及红色像素的外部量子效率都为 $50 \times \chi_{CF}$ %。

[0125] 接着,对于具有图1D的结构发光装置,其中蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF}$ %),绿色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $100 \times \chi_{CF}$ %),红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %。如此,通过采用本发明的一个方式的结构,可以得到发光效率非常高的发光装置。

[0126] 在此,具有现有结构的绿色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ %,而具有本实施例的结构的绿色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_A$ %,由此可以期待具有本实施例的结构的绿色像素的外部量子效率为具有现有结构的绿色像素的外部量子效率的两倍或以上。另外,具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ %,而具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,可以期待具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的两倍。由此,只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的50%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素,从而可以减小发光装置的功耗。

[0127] 另外,如图2D所示,也可以对图1D的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括第一电极102Y与第二电极104之间的具有第四结构的EL层。另外,从第四发光元件发射的光入射到颜色转换层106Y,由此颜色转换层106Y发射黄色光。由于该黄色光是对绿色磷光进行颜色转换而得来的,所以该黄色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %。

[0128] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图

像,并且颜色再现性好。另外,黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0129] <从蓝色荧光和黄色磷光的串联元件的转换>

[0130] 图3A示出使用蓝色荧光和黄色磷光的串联元件的本发明的一个方式的发光装置。该发光装置至少包括在衬底100上设置的第一发光元件、第二发光元件及第三发光元件。第一发光元件至第三发光元件共享EL层103和第二电极104,而各自具有不同的第一电极。第一发光元件包括第一电极102B,第二发光元件包括第一电极102G,第三发光元件包括第一电极102R。另外,在密封衬底101上设置有黑矩阵105、滤色片107B、颜色转换层106G及颜色转换层106R。滤色片107B使蓝色光透过。另外,颜色转换层106G包含发射绿色光的颜色转换物质,颜色转换层106R包含发射红色光的颜色转换物质。

[0131] 在图3A中,EL层103具有以图5A所示的结构为典型的串联结构。串联结构是指第一发光单元103b与第二发光单元103c夹着作为电荷产生层的中间层109而层叠的结构。假设第一电极102用作阳极而将第二电极104用作阴极,各发光单元的典型结构为:从第一电极102(在此为阳极)一侧依次设置有空穴注入层114、空穴传输层115、发光层116、电子传输层117、电子注入层118等。在这种结构中,发光材料被包含在发光层116中。另外,当将第一电极102用作阴极且将第二电极104用作阳极时,使EL层的层叠顺序与上述顺序相反即可。注意,EL层103由第一发光元件至第三发光元件共享。

[0132] 第一发光单元103b和第二发光单元103c中的一个发射蓝色荧光,而另一个发射黄色磷光。由此,从EL层103可以得到蓝色荧光与黄色磷光合成的光。各发光单元中的发光层除了发光材料以外,还包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,发光层还包含第二有机化合物,并且优选该第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,该激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0133] 从第一发光元件发射的光透过滤色片107B被提取到发光装置外。另外,从第二发光元件发射的光入射到颜色转换层106G,颜色转换层106G被该入射的光激发而发射绿色光。同样地,从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R,颜色转换层106R发射红色光。

[0134] 在本发光装置中,从EL层103可以得到蓝色荧光与黄色磷光合成的光,但是颜色转换层106G不能吸收黄色光。因此优选利用谐振结构或滤色片去除入射到颜色转换层106G的黄色光。在形成谐振结构时,以放大蓝色光的方式形成即可。如图3A所示,通过在第一电极上形成所希望的厚度的透明导电膜(透明导电膜102Bt、透明导电膜102Gt、透明导电膜102Rt),可以形成谐振结构。虽然无需为了去除第一发光元件及第三发光元件不能吸收的光而形成谐振结构,但是当为了其他目的而形成谐振结构时,以在第一发光元件中放大蓝色光且在第三发光元件中放大黄色光的方式分别形成透明导电膜102Bt及透明导电膜102Rt即可。

[0135] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0136] 首先,计算具有与上述结构不同结构的发光装置中的各色像素的外部量子效率。为了利用使用串联元件的发光装置高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色,通常有效的是

使用具有相应发光波长的发光材料。并且从兼顾实用性和效率的角度来看,蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料被广泛地使用。采用与图5A相同的双串联结构。其中一个发光单元的发光层为使用蓝色荧光材料的荧光发光层,而另一个发光单元的发光层为使用红色磷光材料和绿色磷光材料的磷光发光层。

[0137] 在具有这样的结构的发光元件中,假设荧光发光层的内部量子效率为25%,磷光发光层的内部量子效率为100%。则蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CF}$ %,绿色像素及红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ % (这是因为在磷光发光层中由红色磷光材料与绿色磷光材料分享激子的缘故。为了简便起见,在此假定激子被红色磷光材料与绿色磷光材料对半分享)。

[0138] 接着,考察具有上述结构(图3A中的结构)的发光装置。蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CF}$ %,绿色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CC}$ %,红色像素的外部量子效率为 $125 \times \chi_{CC}$ % (在不形成谐振结构的情况下;由于在形成谐振结构的情况下蓝色光衰减,所以外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %)。如此,通过使用本发明的一个实施例的发光元件可以大大增加红色发光的效率。

[0139] 在此,具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ %,而具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $125 \times \chi_{CC}$ %,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,可以期待具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的2.5倍。由此,只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的40%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素。

[0140] 此外,如图4A所示,也可以对图3A的结构追加作为黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括在第一电极102Y与第二电极104之间的包括第一发光单元103b、第二发光单元103c的EL层。此外,也可以形成对应于黄色发光的谐振结构,此时,也可以形成有透明导电膜102Yt。另外,从第四发光元件发射的光透过滤色片107Y被提取到发光装置外部,该黄色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CF}$ %。另外,滤色片107Y也可以是黄色的颜色转换层106Y,此时,该黄色像素的外部量子效率为 $125 \times \chi_{CC}$ %。

[0141] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像,并且颜色再现性好。另外,黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0142] 注意,在使用图4A的结构的情况中,可以只使用红色、蓝色、黄色的光来呈现白光,因此绿色光的效率几乎不会影响到耗电量。由此,由于黄色像素的效率为100%,所以只要作为设置在红色像素中的第一颜色转换层的颜色转换层106R的PL量子产率大于40%,就可以得到效率比现有的发光装置高的发光装置。另外,当形成谐振结构时,只要颜色转换层106R的PL量子产率大于50%,就可以得到效率比现有的发光装置高的发光装置。

[0143] <蓝色荧光和黄色磷光的单元件的转换>

[0144] 图3B示出使用利用蓝色荧光和黄色磷光的单元件的本发明的一个方式的发光装置。与图3A所示的发光装置同样,该发光装置至少包括第一发光元件至第三发光元件,另外,关于衬底100、密封衬底101、第一电极102B和102G和102R、第二电极104、黑矩阵105、颜色转换层106R、颜色转换层106G、滤色片107B也与图3A所示的发光装置是同样的,因此省略其说明。

[0145] 在图3B中,EL层103d为以图5B所示的结构为典型的单结构。第一发光层116d-1与

第二发光层116d-2既可以彼此接触地形成,又可以在其间设置有厚度为小于或等于20nm的分离层。分离层的厚度优选为大于等于1nm且小于等于10nm。注意,EL层103d由第一发光元件至第三发光元件共享。

[0146] 在本结构中,图5B中的第一发光层116d-1和第二发光层116d-2中的一个发射蓝色荧光,而另一个发射黄色磷光。从EL层103d可以得到蓝色荧光与黄色磷光合成的光。第一发光层116d-1和第二发光层116d-2除了该发光材料以外,还都包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,第一发光层116d-1和第二发光层116d-2还都包含第二有机化合物,并且优选该第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,该激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0147] 从第一发光元件发射的光透过蓝色滤色片107B被提取到发光装置外。另外,从第二发光元件发射的光入射到颜色转换层106G,颜色转换层106G被该入射的光激发而发射绿色光。同样地,从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R,并且该颜色转换层106R发射红色光。

[0148] 注意,在本发光装置中,与图3A同样,可以从EL层103得到蓝色荧光与黄色磷光合成的光,但是颜色转换层106G不能吸收黄色光。因此优选利用谐振结构或滤色片去除入射到颜色转换层106G的黄色光。在形成谐振结构时,以放大蓝色光的方式形成即可。如图3B所示,通过在第一电极上形成所希望的厚度的透明导电膜(透明导电膜102Bt、透明导电膜102Gt、透明导电膜102Rt),可以形成谐振结构。虽然无需为了去除第一发光元件及第三发光元件不能吸收的光而形成谐振结构,但是当为了其他目的而形成谐振结构时,以在第一发光元件中放大蓝色光且在第三发光元件中放大黄色光的方式分别形成透明导电膜102Bt及导电膜102Rt即可。

[0149] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0150] 首先,计算具有与上述结构不同结构的发光装置中的各色像素的外部量子效率。发光元件包括具有图5B中的在一个发光单元中两个发光层彼此靠近的单结构EL层。为了在具有该结构的发光元件中高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色而不使用颜色转换层,通常有效的是使用具有相应发光波长的发光材料。并且从兼顾实用性和效率的角度来看,蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料被广泛地使用。当第一发光层116d-1和第二发光层116d-2中的一个为荧光发光层,而另一个为磷光发光层时,一个发光层包含蓝色荧光材料,而另一个发光层包含红色磷光材料及绿色磷光材料即可。假设荧光发光层的内部量子效率为25%,磷光发光层的内部量子效率为100%,激子的分配为蓝色:绿色:红色=1:1:1,则蓝色像素的外部量子效率为 $8.3 \times \chi_{CF} \%$,绿色像素及红色像素的外部量子效率都为 $33 \times \chi_{CF} \%$ 。

[0151] 接着,考察具有图3B的结构的发光装置。当除了同样的假设以外还假设激子的分配为蓝色:黄色=1:1,并且颜色转换层的PL量子产率为100%,因此,蓝色像素的外部量子效率为 $12.5 \times \chi_{CF} \%$,绿色像素的外部量子效率为 $12.5 \times \chi_{CC} \%$,红色像素的外部量子效率为 $62.5 \times \chi_{CC} \%$ (在不形成谐振结构的情况下;由于在形成谐振结构的情况下蓝色光衰减,所以

外部量子效率为 $50 \times \chi_{cc} \%$)。如此,通过采用本发明的一个方式的结构,可以大大增加红色像素的外部量子效率。

[0152] 在此,具有现有结构的蓝色像素的外部量子效率为 $8.3 \times \chi_{cf} \%$,而具有本实施例的结构的蓝色像素的外部量子效率为 $12.5 \times \chi_{cf} \%$,由此可以期待具有本实施例的结构的蓝色像素的外部量子效率为具有现有结构的蓝色像素的外部量子效率的大约1.5倍。具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $33 \times \chi_{cf} \%$,而具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $62.5 \times \chi_{cc} \%$,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,可以期待具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的大约1.88倍。由此,只要红色像素中的颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的53.3%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素。

[0153] 另外,如图4B所示,也可以对图3B的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括在第一电极102Y与第二电极104之间的EL层103d。另外,从第四发光元件发射的光透过滤色片107Y被提取到发光装置外部,该黄色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{cf} \%$ 。当形成谐振结构时,将其形成为放大黄色光即可。如图4B所示,通过在第一电极上形成所希望的厚度的透明导电膜102Yt,可以形成谐振结构。另外,滤色片107Y也可以由黄色的颜色转换层106Y替代,此时,该黄色像素的外部量子效率为 $62.5 \times \chi_{cc} \%$ 。

[0154] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像,并且颜色再现性好。另外,黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0155] 注意,在使用图4B的结构的情况中,可以只使用红色、蓝色、黄色的光来呈现白色光,因此绿色光的效率几乎不会影响到耗电量。由此,由于黄色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{cf} \%$,所以只要作为设置在红色像素中的第一颜色转换层的颜色转换层106R的PL量子产率大于红色滤色片的透过率(%)的53.3%,就可以得到效率比现有的发光装置高的发光装置。另外,当形成谐振结构时,只要颜色转换层106R的PL量子产率大于红色滤色片的透过率(%)的66%,就可以得到效率比现有的发光装置高的发光装置。

[0156] <蓝色荧光的单元件以及黄色磷光的单元件的转换(一个使用掩模的选择性淀积步骤)1>

[0157] 图3C示出使用蓝色荧光的单元件和黄色磷光的单元件的本发明的一个方式的发光装置。与图3A所示的发光装置同样,该发光装置至少包括第一发光元件至第三发光元件。另外,关于衬底100、密封衬底101、第一电极102B和102G和102R、第二电极104、黑矩阵105、颜色转换层106G、颜色转换层106R也与图3A所示的发光装置是同样的,因此省略其说明。

[0158] 在图3C所示的发光装置中,第一发光元件及第二发光元件包括具有第五结构的EL层,第三发光元件包括具有第六结构的EL层。

[0159] 具有第五结构的EL层是包括第一EL层103e、第二EL层103f、第三EL层103g及第四EL层103h的层叠。另外,具有第六结构的EL层是包括第一EL层103e、第三EL层103g及第四EL层103h的层叠。

[0160] 当第一电极为阳极且第二电极为阴极时,第一EL层103e相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,第二EL层103f相当于图5B中的第一发光层116d-1,第三EL层103g相当于图5B中的第二发光层116d-2,第四EL层103h相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118。也就是说,具有第五结构的EL层具有与图5B中的EL层103d同样的结构,具有第

六结构的EL层具有与图5C中的EL层103a同样的结构。

[0161] 另外,第二EL层103f包含作为发光材料的发射蓝色荧光的有机化合物,第三EL层103g包含作为发光材料的发射黄色磷光的有机化合物。第二EL层103f及第三EL层103g除了它们相应的发光材料以外,还包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,第二EL层103f及第三EL层103g都还包含第二有机化合物,并且优选第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,该激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0162] 另外,在具有本结构的发光装置中,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是电子传输性高于空穴传输性的层。通过采用这种结构,可以从第一发光元件及第二发光元件只得到蓝色荧光,并且从第三发光元件只得到黄色磷光。另外,当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,第一EL层103e相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118,第四EL层103h相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,出于与上述内容同样的理由,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是空穴传输性高于电子传输性的层。

[0163] 另外,虽然在图3C中第二EL层103f比第三EL层103g先形成,但是也可以在形成第二EL层103f之前形成第三EL层103g。此时,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是空穴传输性高于电子传输性的层。当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,优选第二EL层103f及第三EL层103g都是电子传输性高于空穴传输性的层。

[0164] 从第一发光元件可以得到蓝色光。另外,当从第二发光元件发射的光入射到颜色转换层106G时,可以从颜色转换层106G得到绿色光。当从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R时,可以从颜色转换层106R得到红色光。注意,从第一发光元件发射的光也可以在透过滤色片而被提取到发光装置外。在没有滤色片时,可以高效地得到光。而在透过滤色片时可以得到色纯度高的光。

[0165] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0166] 首先,计算具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。该发光装置中的第一发光元件及第三发光元件的结构与图3C的发光装置中的发光元件的结构是同样的。第二发光元件在图3C中包括具有第五结构的EL层,而在本发光装置中的第二发光元件包括具有第六结构的EL层。

[0167] 为了在具有该结构的发光元件中高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色,通常有效的是使用发射其强度分别对应于红色、绿色、蓝色这三种颜色的波长的光的发光材料。并且从兼顾实用性和效率的角度来看,蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料被广泛地使用。优选将蓝色荧光材料用于第二EL层103f,将红色磷光材料及绿色磷光材料用于第三EL层103g。由于具有这样的结构,从第二发光元件和第三发光元件可以得到红色光与绿色光合成的光。在第二像素中,通过使光透过绿色滤色片被提取到发光装置外部,从而可以从第二像素得到绿色发光。在第三像素中,通过使光透过红色滤色片而提取到发光装置外部,从而可以从第三像素得到红色发光。

[0168] 在此,假设第三EL层中的红色磷光材料与绿色磷光材料的激子分配为1:1,蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A \%$ (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times$

χ_{CF} %), 绿色像素及红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ % (在使用滤色片的情况下)。

[0169] 接着, 考察具有图3C的结构的发光装置。蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A$ % (在不使用滤色片的情况下; 在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF}$ %), 绿色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CC}$ %, 红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %。如此, 通过使用本发明的一个方式的结构, 可以得到红色像素的外部量子效率比现有的发光装置中的红色像素的外部量子效率高的发光装置。

[0170] 在此, 具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF}$ %, 而具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC}$ %, 在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下, 可以期待具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的两倍。由此, 只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的50 %, 就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素, 从而可以减小发光装置的功耗。

[0171] 另外, 如图4C所示, 也可以对图3C的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括第一电极102Y与第二电极104之间的具有第六结构的EL层。另外, 在从第四发光元件发射的光透过滤色片107Y被提取到发光装置外部的情况下, 该黄色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CF}$ %, 而在不设置滤色片的情况下为 $100 \times \chi_A$ %。

[0172] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像, 并且颜色再现性好。另外, 黄色光的视亮度因数高, 因此能够减少耗电量。

[0173] 另外, 在使用图4C的结构的情况中, 可以只使用红色、蓝色、黄色的光来呈现白色光, 因此绿色光的效率几乎不会影响到耗电量。由此, 即使绿色像素的效率降低, 只要红色像素中的作为第一颜色转换层的颜色转换层106R的PL量子产率大于或等于红色滤色片的透过率的50 %, 红色发光就与现有的发光元件可比拟, 从而可以得到效率高的发光装置。

[0174] 具有本实施例的结构的发光装置只需一个使用掩模的选择性淀积步骤就可以得到这些效果。

[0175] <蓝色荧光的单元件及黄色磷光的单元件的转换(一个使用掩模的选择性淀积步骤) 2>

[0176] 图3D示出使用蓝色荧光的单元件以及黄色磷光的单元件的本发明的一个方式的发光装置。与图3A所示的发光装置同样, 该发光装置至少包括第一发光元件至第三发光元件。另外, 关于衬底100、密封衬底101、第一电极102B和102G和102R、第二电极104、黑矩阵105、颜色转换层106G、颜色转换层106R也与图3A所示的发光装置是同样的, 因此省略其说明。

[0177] 在图3D所示的发光装置中, 第一发光元件及第二发光元件包括具有第七结构的EL层, 第三发光元件包括具有第八结构的EL层。

[0178] 具有第七结构的EL层是包括第一EL层103i、第二EL层103j及第四EL层103m的层叠。另外, 具有第八结构的EL层是包括第一EL层103i、第二EL层103j、第三EL层103k及第四EL层103m的层叠。

[0179] 当第一电极为阳极且第二电极为阴极时, 第一EL层103i相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115, 第二EL层103j相当于图5B中的第一发光层116d-1, 第三EL层103k相当于图5B中的第二发光层116d-2, 第四EL层103m相当于图5B中的电子传输层117及电子

注入层118。也就是说,具有第七结构的EL层具有与图5C中的EL层103a同样的结构,具有第八结构的EL层具有与图5B中的EL层103d同样的结构。

[0180] 另外,第二EL层103j包含作为发光材料的发射蓝色荧光的有机化合物,第三EL层103k包含作为发光材料的发射黄色磷光的有机化合物。第二EL层103j及第三EL层103k除了这些发光材料以外,还包含作为主体材料的第一有机化合物。另外,第二EL层103j及第三EL层103k还包含第二有机化合物,并且优选第一有机化合物与第二有机化合物形成激基复合物,而发生从该激基复合物到发光材料的能量转移。另外,该激基复合物的发射光谱与发光材料的最长波长一侧的吸收带优选地彼此重叠,这允许高效地进行能量转移。

[0181] 另外,在具有本结构的发光装置中,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是空穴传输性高于电子传输性的层。通过采用这种结构,可以从第一发光元件及第二发光元件只得到蓝色荧光,并且从第三发光元件只得到黄色磷光。另外,当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,第一EL层103i相当于图5B中的电子传输层117及电子注入层118,第四EL层103m相当于图5B中的空穴注入层114及空穴传输层115,出于与上述内容同样的理由,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是电子传输性高于空穴传输性的层。

[0182] 另外,虽然在图3D中第二EL层103j比第三EL层103k先形成,但是也可以在形成第二EL层103j之前形成第三EL层103k。此时,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是空穴传输性高于电子传输性的层。当第一电极为阴极且第二电极为阳极时,优选第二EL层103j及第三EL层103k都是电子传输性高于空穴传输性的层。

[0183] 从第一发光元件可以得到蓝色光。当从第二发光元件发射的光入射到颜色转换层106G时,可以从颜色转换层106G得到绿色光。当从第三发光元件发射的光入射到颜色转换层106R,可以从颜色转换层106R得到红色光。另外,从第一发光元件发射的光也可以在透过滤色片后被提取到发光装置外。在没有滤色片时,可以高效地得到光。而在透过滤色片时可以得到色纯度高的光。

[0184] 在此,考察具有上述结构的发光装置中的各像素的外部量子效率以及具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。注意,假定用于各发光装置的发光元件的载流子平衡或激子的生成几率等都是同样的。

[0185] 首先,计算具有与上述结构不同结构的发光装置中的各像素的外部量子效率。发光装置中的第一发光元件及第三发光元件的结构与图3D的发光装置中的发光元件的结构是同样的。第二发光元件在图3D中包括具有第七结构的EL层,而在本发光装置中的第二发光元件包括具有第八结构的EL层。

[0186] 为了在具有该结构的发光装置中高效地得到红色、绿色、蓝色这三种颜色,通常有效的是使用分别发射该三种颜色的发光波长的发光材料。并且从兼顾实用性和效率的角度来看,蓝色荧光材料、红色磷光材料及绿色磷光材料被广泛地使用。在本发光装置中,优选将蓝色荧光材料用于第二EL层103j,将红色磷光材料及绿色磷光材料用于第三EL层103k。

[0187] 由于具有第八结构的EL层的第三EL层103k包含红色和绿色磷光发光材料,从第二发光元件和第三发光元件可以得到红色光与绿色光合成的光。因此,通过使光透过绿色滤色片来提取到发光装置外部,而可以得到绿色发光,通过使光透过红色滤色片来提取到发光装置外部,而可以得到红色发光。

[0188] 在具有上述结构的发光装置中,假设第三EL层103k中的红色磷光材料与绿色磷光

材料的激子分配为1:1,蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A \%$ (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF} \%$),绿色像素及红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF} \%$ 。

[0189] 接着,考察具有图3D的结构的发光装置。蓝色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_A \%$ (在不使用滤色片的情况下;在使用滤色片的情况下为 $25 \times \chi_{CF} \%$),绿色像素的外部量子效率为 $25 \times \chi_{CC} \%$,红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC} \%$ 。如此,通过使用本发明的一个方式的结构,可以得到红色像素的外部量子效率高的发光装置。

[0190] 此处,具有现有结构的红色像素的外部量子效率为 $50 \times \chi_{CF} \%$,而具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CC} \%$,在滤色片的透过率与颜色转换层的PL量子产率相同的情况下,可以期待具有本实施例的结构的红色像素的外部量子效率为具有现有结构的红色像素的外部量子效率的两倍。由此,只要颜色转换层的PL量子产率大于或等于滤色片的透过率的50%,就能够实现外部量子效率比现有的红色像素高的红色像素,从而可以减小发光装置的功耗。

[0191] 在此,如图4D所示,也可以对图3D的结构追加构成黄色像素的第四发光元件。第四发光元件包括第一电极102Y与第二电极104之间的具有第八结构的EL层。另外,在从第四发光元件发射的光透过滤色片107Y被提取到发光装置外部的情况下,该黄色像素的外部量子效率为 $100 \times \chi_{CF} \%$,而在不设置滤色片的情况下为 $100 \times \chi_A \%$ 。

[0192] 具有这样的结构的发光装置能够以红色、绿色、蓝色、黄色这四种颜色来呈现图像,并且颜色再现性好。另外,黄色光的视亮度因数高,因此能够减少耗电量。

[0193] 注意,在使用图4D的结构的情况中,可以只使用红色、蓝色、黄色的光来呈现白色光,因此绿色光的效率几乎不会影响到耗电量。由此,即使绿色像素的效率降低,只要红色像素中的作为第一颜色转换层的颜色转换层106R的PL量子产率大于或等于红色滤色片的透过率的50%,则蓝色发光和红色发光就与现有的发光元件可比拟,从而可以得到效率高的发光装置。

[0194] 具有本结构的发光装置只需一个使用掩模的选择性淀积步骤就可以得到这些效果。

[0195] 作为用于上述发光装置的颜色转换层106R、106G及106Y中的每个,只要能够将所希望的波长的光以所希望的效率转换为所希望的波长的光,就可以使用任何颜色转换层。典型地,可以举出使用荧光色素的颜色转换层和使用量子点的颜色转换层。由于使用量子点的颜色转换层能够转换的光的波长范围较广,所以易于使用。另外,使用量子点的颜色转换层所转换的光的光谱尖锐,因此可以得到色纯度高的光,从而实现颜色再现性良好的发光装置。

[0196] <发光元件>

[0197] 接着,参照图5A至图5C对本发明的一个方式的发光元件的例子进行详细说明。

[0198] 本实施方式中,发光元件包括由第一电极102及第二电极104构成的一对电极、设置在第一电极102与第二电极104之间的EL层103(或者EL层103d、EL层103a)。注意,第一电极102用作阳极且第二电极104用作阴极。

[0199] 由于第一电极102用作阳极,所以优选使用功函数大(具体为4.0eV或以上)的金属、合金、导电化合物、以及它们的混合物等形成。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化

锌的氧化铟 (IWZO) 等。虽然通常通过溅射法形成这些导电金属氧化物膜,但是也可以应用溶胶-凝胶法等来形成。作为形成方法的例子,可以举出如下方法:使用相对于氧化铟添加有 1wt% 至 20wt% 的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌的方法。另外,可以使用相对于氧化铟分别添加有 0.5wt% 至 5wt% 的氧化钨和 0.1wt% 至 1wt% 的氧化锌的靶材通过溅射法形成包含氧化钨及氧化锌的氧化铟 (IWZO) 的膜。替换地,可以使用金 (Au)、铂 (Pt)、镍 (Ni)、钨 (W)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、铁 (Fe)、钴 (Co)、铜 (Cu)、钯 (Pd) 或金属材料的氮化物 (例如,氮化钛) 等。也可以使用石墨烯。注意,当将后面说明的复合材料用于 EL 层 103 中的接触于第一电极 102 的层时,可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0200] EL 层 103 (或者 EL 层 103d、EL 层 103a) 具有叠层结构,例如,可以适当地组合空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层、中间层等来构成 EL 层 103 的叠层结构。在本实施方式中,说明 EL 层 103 (或者 EL 层 103d、EL 层 103a) 的如下基本结构:包括在第一电极 102 上依次层叠的空穴注入层 114、空穴传输层 115、发光层 116、电子传输层 117、电子注入层 118。下面示出构成各层的具体材料的例子。

[0201] 空穴注入层 114 是包含空穴注入性高的物质的层。并且,可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等来形成空穴注入性高的物质。替换地,也可以使用以下物质来形成空穴诸如层 114:酞菁基类化合物,如酞菁 (简称: H_2Pc)、铜酞菁 (简称: $CuPc$) 等;芳香胺化合物,如 4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯 (简称: DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺 (简称: DNTPD) 等;或者高分子化合物,如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸) (简称: PEDOT/PSS) 等。

[0202] 另外,作为空穴注入层 114,可以使用在具有空穴传输性的物质中含有受体物质的复合材料。注意,通过使用在具有空穴传输性的物质中含有受体物质的复合材料,可以在选择形成电极的材料时无需顾及电极的功函数。就是说,作为第一电极 102,除了功函数大的材料以外,还可以使用功函数小的材料。作为受体物质,可以举出 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷 (简称: F_4-TCNQ)、氯醌等。还可以举出过渡金属氧化物。另外,可以使用属于元素周期表中的第 4 族至第 8 族的金属的氧化物。具体地,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、氧化铪,因为其电子接受性高。特别优选使用氧化钼,因为其在大气中也稳定、吸湿性低,并且容易处理。

[0203] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的物质,可以使用各种有机化合物,如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烃、高分子化合物 (例如,低聚物、树枝状聚合物、聚合物等) 等。作为用于复合材料的有机化合物,优选使用空穴传输性高的有机化合物。具体而言,优选使用空穴迁移率大于或等于 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 的物质。以下,具体地列举可以用作复合材料中的空穴传输物质的有机化合物。

[0204] 例如,作为芳香胺化合物,可以举出 N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-p-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)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺 (简称: DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯 (简称: DPA3B) 等。

[0205] 作为可以用于复合材料的咪唑衍生物,可以具体地举出 3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑 (简称: PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]

基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCN1)等。

[0206] 另外,作为可以用于复合材料的咪唑衍生物,还可以举出4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0207] 另外,作为可以用于复合材料的芳烃,例如可以举出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)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]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(花)、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯等。除此之外,还可以使用并五苯、晕苯(蔻)等。像这样,优选使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或以上的空穴迁移率并且碳原子数为14至42的芳烃。

[0208] 注意,可以用于复合材料的芳烃也可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基团的芳烃,例如可以举出4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。

[0209] 另外,也可以使用高分子化合物,如聚(N-乙烯基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(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。

[0210] 通过形成空穴注入层,可以提高空穴注入性,从而可以获得驱动电压小的发光元件。

[0211] 空穴传输层115是包含具有空穴传输性的物质的层。作为具有空穴传输性的物质,例如可以使用芳香胺化合物等,诸如4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(螺(spiro)-9,9'-联苐-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基苐-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)等。在此所述的物质具有高空穴传输性,主要是空穴迁移率为 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 或以上的物质。另外,也可以将作为上述复合材料中的空穴传输性物质举出的有机化合物用于空穴传输层115。另外,也可以使用诸如聚(N-乙烯基咪唑)(简称:PVK)和聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)等的高分子化合物。另外,包含具有空穴传输性的物质的层不限于单层,也可以为由上述物质构成的两个以上的层的叠层。

[0212] 电子传输层117是包含具有电子传输性的物质的层。作为上面描述用于主体材料的材料,可以使用具有电子传输性的材料或具有蒽骨架的材料。

[0213] 另外,也可以在电子传输层与发光层之间设置控制电子载流子的传输的层。这是对如上所述的电子传输性高的材料添加了少量的电子俘获性高的物质的层,通过抑制电子

载流子的移动,该层可以调节载流子平衡。这样的结构对抑制因电子穿过发光层而引起的问题(例如元件使用寿命的下降)有很大的效果。

[0214] 另外,也可以在电子传输层117和第二电极104之间以接触于第二电极104的方式设置电子注入层118。作为电子注入层118,可以使用碱金属、碱土金属或诸如氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)等的它们的化合物。例如,可以使用由电子传输性物质形成并且包括碱金属、碱土金属或它们的化合物的层。另外,也可以将电子盐(electride)用于电子注入层118。作为电子盐,可以举出对钙和铝的氧化物以高浓度添加电子的物质等。优选的是,使用由电子传输性的物质形成的层,其中碱金属或碱土金属混合作为电子注入层118,这是因为电子可以从第二电极104有效地注入。

[0215] 作为形成第二电极104的物质,可以使用功函数小(具体为3.8eV或更小)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。作为这种阴极材料的具体例子,可以举出属于元素周期表中的第1族或第2族的元素,诸如碱金属(例如,锂(Li)和铯(Cs))、镁(Mg)、钙(Ca)和锶(Sr),包含它们的合金(MgAg、AlLi),以及铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及包含它们的合金等。然而,通过在第二电极104和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函数的大小而将各种导电材料(诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等)用作第二电极104。可以通过溅射法、喷墨法、旋涂法等进行这些导电材料的淀积。

[0216] 另外,作为EL层103(或者EL层103d、EL层103a)的形成方法,不论干式法或湿式法,都可以使用各种方法。例如,也可以使用真空蒸镀法、喷墨法或旋涂法等。另外,也可以对各电极或各层使用不同的淀积方法。

[0217] 电极既可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法形成,又可以通过利用金属材料的膏剂的湿式法形成。另外,也可以通过溅射法、真空蒸镀法等干式法形成电极。

[0218] 该发光元件发射的光经过第一电极102和第二电极104中的任一方或双方被提取到外部。因此,第一电极102和第二电极104中的任一方或双方由具有透光性的电极形成。

[0219] <串联型元件>

[0220] 接着,参照图5A对层叠有多个发光单元的结构 of 发光元件(下面这类型的发光元件也称为串联型发光元件)的方式进行说明。该发光元件在一对电极(第一电极102和第二电极104)之间包括多个发光单元。一个发光单元具有与图5C所示的EL层103a同样的结构。也就是说,图5C所示的发光元件包括一个发光单元,图5A所示的发光元件包括多个发光单元。

[0221] 在图5A中,在第一电极102与第二电极104之间形成有包括第一发光单元103b、作为电荷产生层的中间层109、第二发光单元103c的叠层的EL层103。另外,第一发光单元103b和第二发光单元103c中的一个发射蓝色荧光的单元,而另一个是发射绿色或黄色磷光的单元。从EL层103可以得到蓝色荧光与绿色磷光合成的光或蓝色荧光与黄色磷光合成的光。

[0222] 串联型元件具有相当于EL层103a的发光单元夹着中间层109串联连接的结构。由此可以隔开荧光层和磷光层,从而容易在一个发光元件内同时实现荧光发光和磷光发光。

[0223] 中间层109包含有机化合物和金属氧化物的复合材料。该有机化合物和金属氧化物的复合材料,可以使用能够用于空穴注入层114的复合材料。因为有机化合物和金属氧化物的复合材料具有优良的载流子注入性、载流子传输性,所以可以实现低电压驱动、低电流驱动。注意,当发光单元的阳极一侧的面与中间层接触时,中间层也具有发光单元的空穴注

入层的功能,因此也可以不在该发光单元中设置空穴注入层。

[0224] 注意,中间层109也可以通过层叠包含上述复合材料的层与包含其他材料的层而形成。例如,也可以层叠包含复合材料的层与包含高电子传输性的化合物和选自电子供给物质中的化合物的层而形成。另外,也可以层叠包含有机化合物和金属氧化物的复合材料的层与透明导电膜。

[0225] 另外,也可以在中间层109与位于该中间层的阳极一侧的发光单元之间设置电子注入缓冲层。电子注入缓冲层是极薄的碱金属膜与包含电子传输性物质的电子中继层的叠层。极薄的碱金属膜相当于电子注入层118,并能够减少电子的注入势垒。电子中继层能够防止碱金属膜和中间层的相互作用,并顺利地传递电子。将电子中继层所包含的电子传输性物质的LUMO能级设定在中间层109的受体物质的LUMO能级与接触于上述阳极一侧的发光单元中的电子注入缓冲层的层所包含的物质的LUMO能级之间。作为具体的能级的数值,电子中继层所包含的电子传输性物质的LUMO能级优选为大于或等于-5.0eV,更优选为大于或等于-5.0eV且小于或等于-3.0eV。注意,作为电子中继层所包含的电子传输性物质,优选使用具有酞菁类材料或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。此时,电子注入缓冲层的碱金属膜具有阳极一侧的发光单元中的电子注入层的功能,因此无需形成在该发光单元上方的电子注入层。

[0226] 总而言之,只要在对第一电极102和第二电极104施加电压时,被第一发光单元103b和第二发光单元103c夹着的中间层109对一个发光单元注入电子,并且对另一个发光单元注入空穴即可。

[0227] <荧光/磷光单元件>

[0228] 接着,参照图5B说明在一个发光单元中同时包含荧光发光层和磷光发光层的荧光/磷光单元件。图5B所示的发光元件具有在EL层103d中两个发光层(第一发光层116d-1、第二发光层116d-2)彼此靠近的结构。

[0229] 第一发光层116d-1和第二发光层116d-2中的一个发射蓝色荧光,而另一个发射绿色或黄色的磷光。从EL层103d可以得到蓝色荧光与绿色磷光合成的光或蓝色荧光和黄色磷光合成的光。

[0230] 作为磷光发光层的第一发光层116d-1和第二发光层116d-2包含第一有机化合物、第二有机化合物及磷光发光材料,并且优选第一有机化合物和第二有机化合物形成激基复合物,从该激基复合物向磷光发光材料进行能量转移。通过采用这样的结构,即使荧光发光层与磷光发光层彼此靠近,磷光也不会猝灭(quench),并且可以同时高效地得到荧光和磷光。

[0231] 一般来说,当将荧光发光层和磷光发光层包括在同一EL层中并使它们发光时,磷光发光层的三重态激发能会转移到占荧光发光层大部分的主体材料。这导致发光效率大幅度地降低。这是因为:通常,因为使用三重态能级低的以蒽等为代表的具有稠合芳香环(尤其是稠合芳烃环)骨架的物质作为主体材料,并且,在磷光发光层中产生的三重态激发能转移到荧光发光层的主体材料而导致无辐射失活。目前来说,在荧光发光层中,不使用具有稠合芳香环骨架的物质就难以得到所希望的发光波长及良好的元件特性或可靠性,因此在采用将荧光发光层和磷光发光层包括在同一EL层的结构时,难以获得具有良好特性的发光元件。

[0232] 另外,三重激发态的弛豫时间很长,因此激子的扩散距离也长,由于扩散而使生成在磷光发光层内部的激子的大部分也转移到荧光发光层,从而导致无辐射失活,这进一步降低磷光发光层的发光效率。

[0233] 在本实施例的发光元件中,第一有机化合物及第二有机化合物在磷光发光层中形成激基复合物,三重态激发能从该激基复合物转移到磷光发光物质而得到发光。该结构可以解决上述问题。

[0234] 激基复合物处于由两种物质构成的激发态。通过发射光,形成激基复合物的两种物质恢复到基态并成为原始的两种物质。也就是说,激基复合物不存在基态,因此在原理上不容易发生激基复合物彼此之间或者从其他物质向激基复合物的能量转移。

[0235] 磷光发光层中的多数激子几乎都作为激基复合物存在。另外,激基复合物的单重激发能的值比第一有机化合物和第二有机化合物中的任一个的单重激发能的值都小。并且,当以使激基复合物的三重激发能比第一有机化合物或第二有机化合物小的方式来选择第一有机化合物及第二有机化合物时,可以使从激基复合物到第一有机化合物及第二有机化合物的能量转移几乎不发生。另外,如上所述,激基复合物彼此之间的能量转移也几乎不发生,因此激基复合物的激发能几乎全部都转移到磷光发光物质,并且被转换为发光。由此,几乎不发生磷光发光层内的激子的扩散。其结果,可以从一个EL层中得到荧光发光和磷光发光两者。

[0236] 在此,当接触彼此地形成有荧光发光层和磷光发光层时,在其界面有可能发生从激基复合物到荧光发光层的主体材料的能量转移(尤其是三重态能量转移)。但是,如上所述,由于在磷光发光层中几乎不发生激子的扩散,因此从激基复合物到荧光发光层的主体材料的能量转移所发生的范围也局限于极为局部性的范围(换言之,局限于荧光发光层与磷光发光层的界面),所以不会给激发能带来很大的损害。因此,虽然荧光发光层与磷光发光层不一定必须彼此接触,但是即使它们彼此接触,也可以高效地得到荧光发光和磷光发光的双方。注意,荧光发光层与磷光发光层之间也可以设置有厚度小于或等于20nm的分离层。通过设置分离层,可以抑制荧光发光层与磷光发光层的界面的能量转移,从而更高效地得到发光。分离层的厚度优选为大于或等于1nm且小于或等于10nm。另外,优选分离层包括磷光发光层中也包括的第一有机化合物和第二有机化合物,在这种情况下可以提高抑制激发能的转移的效果。

[0237] 下面对构成发光层116、第一发光层116d-1、第二发光层116d-2的材料进行说明。

[0238] 作为荧光发光物质,例如可以举出呈现蓝色发光(发光波长为400nm至480nm)的物质,诸如N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四叔丁基二萘嵌苯(简称:TBP)、N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芪-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)等。尤其优选是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn等芪二胺衍化合物为代表的稠合芳族二胺化合物,这是

因为它们具有高空穴俘获性且发光效率及可靠性高。

[0239] 作为能够用作磷光发光物质的材料,例如可以举出如下物质。

[0240] 作为主要发射绿色磷光的化合物,可以举出:具有嘧啶骨架的有机金属铱复合物,如三(4-甲基-6-苯基嘧啶根(phenylpyrimidinato))铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)]) ;具有吡啶骨架的有机金属铱复合物,如三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])等;以及稀土金属复合物,如三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等。另外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱复合物的可靠性及发光效率都极其高,所以是特别优选的。

[0241] 作为主要发射黄色磷光的化合物,可以举出:具有嘧啶骨架的有机金属铱复合物,如(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶基]铱(III)(简称:Ir(mpppm)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC}铱(III)(简称:Ir(dmppm-dmp)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:Ir(dppm)₂(acac))等;具有吡嗪骨架的有机金属铱复合物,如(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:Ir(mppr-Me)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:Ir(mppr-iPr)₂(acac))等;具有吡啶骨架的有机金属铱复合物,如三(2-苯基羟基喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:Ir(pq)₃)、双(2-苯基羟基喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(pq)₂(acac))、双(苯并[h]羟基喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(bzq)₂(acac))、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))等;以及双(2-苯基苯并噻唑-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(bt)₂(acac))等。另外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱复合物具有特别优异的可靠性及发光效率,所以是特别优选的。

[0242] 作为主体材料,可以使用具有电子传输性的金属或具有空穴传输性的金属等各种载流子传输性材料。磷光发光层的主体材料优选包括第一有机化合物和第二有机化合物的两种物质。另外,第一有机化合物和第二有机化合物优选为形成激基复合物的组合。并且,第一有机化合物和第二有机化合物中的一个为电子传输性材料且另一个为空穴传输性材料的结构在形成激基复合物时是有利的,所以是优选的。

[0243] 另外,当这些材料的组合选择为形成呈现发光的波长与荧光发光物质或磷光发光物质的最低能量侧吸收带的波长重叠的激基复合物时,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。另外,驱动电压也会得到降低,所以是优选的结构。

[0244] 作为具有电子传输性的材料,例如可以举出:金属复合物,如双(10-羟基苯并[h]羟基喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等;具有多唑骨架的杂环化合物,2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、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)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)等;具有二噻骨架的杂环化合物,如2-[3-(二苯并噻吩(dibenzothiophen)-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)等;以及具有吡啶骨架的杂环化合物,如3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)-苯基]苯(简称:TmPyPB)等。其中,具有二噻骨架的杂环化合物以及具有吡啶骨架的杂环化合物的可靠性高,所以是优选的。尤其是,具有二噻(嘧啶或吡嗪)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,也有助于降低驱动电压。

[0245] 另外,作为具有空穴传输性的材料,可以举出:具有芳香胺骨架的化合物,如4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴(bifluoren)-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(简称:PCBASf)等;具有咔唑骨架的化合物,如1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)等;具有噻吩骨架的化合物,如4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等;以及具有呋喃骨架的化合物,如4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等。其中,具有芳香胺骨架的化合物以及具有咔唑骨架的化合物具有高可靠性和高空穴传输性,也有助于降低驱动电压,所以是优选的。另外,除了上述空穴传输材料以外,也可以从各种物质中选择空穴传输材料来使用。

[0246] 另外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料。通过混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料,可以使发光层116、第一发光层116d-1、第二发光层116d-2的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的含量比例为具有空穴传输性的材料:具有电子传输性的材料=1:9至9:1即可。

[0247] 作为荧光发光层的主体材料,9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3-(4-(1-萘基)-苯基)-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:

cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)等具有蒽骨架的材料是特别优选的。在将具有蒽骨架的物质用作主体材料时,可以实现发光效率及耐久性良好的发光层。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0248] 具有如上所述的结构发光层116、第一发光层116d-1、第二发光层116d-2可以通过利用真空蒸镀法的共蒸镀、使用混合溶液的喷墨法、旋涂法、浸渍涂布法等来形成。

[0249] <光学微腔谐振器(微腔)的结构>

[0250] 使用反射电极与半透射和半反射电极来构成上述一对电极,由此可以得到具有微腔结构的发光元件。反射电极与半透射和半反射电极相当于上述第一电极和第二电极。在反射电极与半透射和半反射电极之间至少含有EL层,并且EL层至少含有成为发光区域的发光层。

[0251] 另外,本结构在从使用蓝色荧光和黄色磷光的发光装置取得绿色发光时是特别有效的。

[0252] 在本发明的一个方式的使用蓝色荧光和黄色磷光的发光装置中,为了得到绿色光,需要用颜色转换层将蓝色荧光转换为绿色光。此时,若其中混有黄色光,则有可能导致绿色光的色纯度下降。虽然可以使用滤色片遮断黄色发光,但是利用谐振结构放大蓝色发光且使黄色发光衰减使能量损耗较少,所以是优选的。

[0253] 从EL层所包含的发光层向全方向射出的光被反射电极与半透射和半反射电极反射,并且谐振。注意,反射电极由具有反射性的导电性材料形成,该膜的可见光的反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 或更低。另外,半透射和半反射电极由具有反射性及光透过性的导电性材料形成,该膜的可见光的反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 或更低。

[0254] 另外,在该发光元件中,通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度,而可以改变反射电极与半透射和半反射电极之间的光学距离。由此,可以加强在反射电极与半透射和半反射电极之间谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0255] 注意,被反射电极反射回来的光(第一反射光)会与从发光层直接入射到半透射和半反射电极的光(第一入射光)带来很大的干涉。因此优选将反射电极与发光层之间的光学距离调节为 $(2n-1)\lambda/4$ (注意,n为1或更大的自然数, λ 为要放大的光的波长)。通过调节该光学距离,可以使第一反射光与第一入射光的相位彼此一致,由此可以进一步放大从发光层发射的光。

[0256] 注意,在上述结构中,EL层既可以含有多个发光层,又可以只含有一个发光层。上述串联型发光元件可以与EL层组合,例如,发光元件可以具有其中设置了多个EL层的结构,在EL层之间设置有电荷产生层,在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0257] 通过采用微腔结构,可以加强指定波长的正面方向上的发光强度,由此可以降低功耗。尤其是,在作为发光中心物质的使用1,6-双(二苯基氨基)芘衍生物的发光元件中,来自该衍生物的发射光谱的半宽度窄,并具有尖锐的光谱形状,因此利用微腔结构放大发光的效果很大,从而可以得到发光效率非常好的发光元件。

[0258] <发光装置>

[0259] 参照图6A及图6B对本发明的一个方式的发光装置进行说明。注意,图6A是发光装置的俯视图,图6B是沿图6A中的线A-B及线C-D切断的截面图。该发光装置包括用来控制发光元件的发光并且由虚线表示的驱动电路部(源极线驱动电路)601、像素部602、驱动电路部(栅极线驱动电路)603。另外,附图标记604指示密封衬底,附图标记605指示密封材料,由密封材料605围绕的部分是空间607。

[0260] 注意,附图标记608指示布线用来传送输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号,并且从用作外部输入端子的柔性印刷电路(FPC)609接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号之类的信号。注意,虽然在此只图示出FPC,但是该FPC还可以安装有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体,而且还包括与FPC或PWB附接的发光装置。

[0261] 下面,参照图6B说明截面结构。在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,图6B示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0262] 作为源极线驱动电路601,形成组合n沟道型FET 623和p沟道型FET 624的CMOS电路。另外,驱动电路也可以利用诸如CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路之类的各种类型的电路形成。另外,虽然在本实施方式中示出在衬底上形成有驱动电路的驱动器集成类型,但是不一定必须要采用该结构,驱动电路也可以形成在外部,而不形成在衬底上。

[0263] 另外,像素部602包括多个像素,该多个像素各包括开关用FET 611、电流控制用FET 612以及与该电流控制用FET 612的漏极电连接的第一电极613,本发明的一个实施例不限于此结构。像素部602也可以采用组合三个或更多的FET和电容器。

[0264] 对用于FET的半导体的种类及结晶性没有特别的限制,而可以使用非晶半导体或结晶半导体。作为用于FET的半导体的例子,可以使用第13族(镓等)半导体、第14族(硅等)半导体、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体材料。尤其优选使用氧化物半导体。作为氧化物半导体,例如可以举出In-Ga氧化物、In-M-Zn氧化物(M为Al、Ga、Y、Zr、La、Ce或Nd)等。另外,通过使用能隙为2eV或以上,优选为2.5eV或以上,更优选为3eV或以上的氧化物半导体,可以降低晶体管的关态电流。

[0265] 此外,以覆盖第一电极613的边缘的方式形成有绝缘物614。在此,可以使用正型感光丙烯酸树脂膜形成绝缘物614。

[0266] 另外,将绝缘物614的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面,以获得良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部包括具有曲率半径(0.2 μ m至3 μ m)的曲面。作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0267] 在第一电极613上形成有EL层616及第二电极617。第一电极613、EL层616和第二电极617分别相当于图5A至图5C所说明的第一电极102、EL层103(或EL层103d、EL层103a)及第二电极104。

[0268] 并且,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,形成如下结构,即发光元件618安装在由元件衬底610、密封衬底604以及密封材料605围绕的空间607中。注意,在空间607中填充有填料,有情况时空间607填充有密封材料605或填充有惰性气体(氮气、氩气等)。通过在密封衬底中形成凹部且在其中设置干燥剂625,可以抑制水分所导致的劣化,所以是优选的。

[0269] 优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。另外,这些材料优选是尽可能地使水或氧透过的材料。另外,可以使用玻璃衬底或石英衬底或由玻璃纤维增强塑料(FRP)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸等构成的塑料衬底用作元件衬底610及密封衬底604。

[0270] 例如,在本说明书等中,可以使用各种衬底来形成晶体管或发光元件。对衬底的种类没有特别的限制。作为该衬底的一个例子,例如可以使用半导体衬底(例如,单晶衬底或硅衬底)、SOI衬底、玻璃衬底、石英衬底、塑料衬底、金属衬底、不锈钢衬底、具有不锈钢箔的衬底、钨衬底、具有钨箔的衬底、柔性衬底、贴合膜、包含纤维状材料的纸或者基材膜等。作为玻璃衬底的一个例子,可以举出钡硼硅酸盐玻璃衬底、铝硼硅酸盐玻璃衬底、钠钙玻璃衬底等。作为柔性衬底、贴合膜、基材膜等的例子,例如,可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)为代表的塑料的衬底。或者,作为一个例子,可以举出丙烯酸树脂等合成树脂的衬底等。或者,作为一个例子,可以举出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。或者可以举出聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧树脂、无机蒸镀膜、纸类等。尤其是,通过使用半导体衬底、单晶衬底或SOI衬底等制造晶体管,能够制造特性、尺寸或形状等的偏差小、电流能力高且尺寸小的晶体管。当利用上述晶体管构成电路时,可以实现电路的低耗电量化或电路的高集成化。

[0271] 另外,也可以使用柔性衬底作为衬底,并在柔性衬底上直接形成晶体管和发光元件。或者,也可以在衬底与晶体管之间以及在衬底与发光元件之间设置剥离层。当剥离层上制造半导体装置的一部分或全部从衬底分离并转置到其他衬底上时可以使用剥离层。此时,也可以将晶体管转置到热阻低的衬底或柔性衬底上。另外,作为上述剥离层,例如可以使用包括钨膜与氧化硅膜的无机膜的叠层结构或衬底上形成有聚酰亚胺等有机树脂薄膜的结构等。

[0272] 也就是说,也可以使用一个衬底来形成晶体管和发光元件,然后将晶体管和发光元件转置到另一个衬底上。作为晶体管或发光元件被转置的衬底,不仅可以使上述可以形成晶体管或发光元件的衬底,还可以使用纸衬底、玻璃纸衬底、芳族聚酰胺膜衬底、聚酰亚胺膜衬底、石材衬底、木材衬底、布衬底(包括天然纤维(例如,丝、棉、麻)、合成纤维(例如,尼龙、聚氨酯、聚酯)或再生纤维(醋酯纤维、铜氨纤维、人造纤维、再生聚酯)等)、皮革衬底、橡皮衬底等。通过使用上述衬底,可以实现特性良好的晶体管、耗电量小的晶体管、不易损坏的装置、耐热性的提高、轻量化或薄型化。

[0273] 图7A及图7B示出本实施方式的发光装置的例子。图7A示出衬底1001,基底绝缘膜1002,栅极绝缘膜1003、栅电极1006、1007、1008,第一层间绝缘膜1020、第二层间绝缘膜1021、周边部1042,像素部1040,驱动电路部1041,发光元件的第一电极1024Y、1024R、1024G、1024B,分隔壁1025,EL层1028,发光元件的第二电极1029,密封衬底1031,密封材料1032等。注意,虽然假设EL层是发射蓝色荧光与绿色磷光合成的光或蓝色荧光与黄色磷光合成的光的结构,但是并不局限于此。

[0274] 另外,在图7A中,红色的颜色转换层1034R、绿色的颜色转换层1034G、蓝色的滤色片层1034B、黄色的颜色转换层(在采用蓝色荧光和绿色磷光的情况下)或黄色的滤色片层(在采用蓝色荧光和黄色磷光的情况下)1034Y设置在透明基材1033上。还可以另外设置黑色层(黑矩阵)1035。透明基材1033设置有滤色片层、颜色转换层,并且黑色层被定位并且固定到衬底1001。注意,滤色片层、颜色转换层及黑色层也可以被保护层1036覆盖。

[0275] 图7B示出将滤色片层及颜色转换层形成在栅极绝缘膜1003与第一层间绝缘膜1020之间的例子。在该结构中,滤色片层及颜色转换层也可以形成在衬底1001与密封衬底1031之间。

[0276] 另外,虽然以上说明了具有在形成有FET的衬底1001一侧提取光的结构(底部发射型结构)的发光装置,但是也可以采用具有在密封衬底1031一侧提取光的结构(顶部发射型结构)的发光装置。图8是具有顶部发射型结构的发光装置的截面图。在此情况下,衬底1001可以使用不使光透过的衬底。直到制造连接FET与发光元件的阳极的连接电极为止的工序与具有底部发射型结构的发光装置以类似的方式进行。然后,以覆盖电极1022的方式形成第三层间绝缘膜1037。该第三层间绝缘膜也可以具有平坦化的功能。第三层间绝缘膜1037可以使用与第二层间绝缘膜相同的材料或其他已知各种材料形成。

[0277] 虽然在此发光元件的第一电极1024Y、1024R、1024G、1024B都是阳极,但是也可以是阴极。另外,在采用如图8所示那样的具有顶部发射型结构的发光装置的情况下,第一电极优选为反射电极。作为EL层1028的结构采用图5A至图5C所示的EL层103、EL层103d及EL层103a相似的结构,并且采用能够获得白色光的元件结构。

[0278] 在图8所示那样的顶部发射结构中,可以利用设置有颜色转换层和滤色片层的密封衬底1031进行密封。也可以在密封衬底1031上设置位于像素与像素之间的黑色层(黑矩阵)1035。滤色片层、颜色转换层及黑色层(黑矩阵)也可以被保护层1036覆盖。注意,密封衬底1031使用具有透光性的衬底。

[0279] 另外,虽然在此示出了以红色、绿色、蓝色、黄色这四个颜色进行全彩色显示的例子,但是并不局限于此,并且也可以以红色、绿色、蓝色这三个颜色或红色、绿色、蓝色、白色这四个颜色进行全彩色显示。

[0280] 图9A和9B示出本发明的一个方式的无源矩阵型发光装置。注意,图9A是示出发光装置的透视图,图9B是沿图9A的线X-Y切断的截面图。在图9A和9B中,在衬底951上的电极952与电极956之间设置有EL层955。电极952的端部被绝缘层953覆盖。此外,在绝缘层953上设置有隔离层954。隔离层954的侧壁具有如下倾斜,即越接近衬底表面,两个侧壁之间的间隔越窄。换句话说,隔离层954的短轴方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置隔离层954,可以防止起因于静电等的发光元件的不良。

[0281] 以上说明的发光装置能够利用形成在像素部中的FET控制配置为矩阵状的微小的多个发光元件中的每一个,所以上述发光装置适合用作进行图像显示的显示装置。

[0282] <电子设备>

[0283] 以下说明作为本发明的一个方式的电子设备的例子。作为电子设备,可以例如举出电视装置(也称为电视机或电视接收机)、用于计算机等的监控器、数码相机或数码摄像机等影像拍摄装置、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、声音再现装置、弹珠机等大型游戏机等。以下,示出这些电子设备的具体例子。

[0284] 图10A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,框体7101中组装有显示部7103。另外,在此示出利用支架7105支撑框体7101。可以利用显示部7103显示图像,在显示部7103

中,发光元件排列为矩阵状。

[0285] 可以通过框体7101的操作开关或另行提供的遥控器7110进行电视装置的操作。通过利用遥控器7110的操作键7109,可以控制频道及音量,由此可以控制显示在显示部7103中的图像。另外,也可以在遥控器7110中设置用来显示从该遥控器7110输出的数据的显示部7107。

[0286] 注意,电视装置具备接收机、调制解调器等。可以通过接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器以有线或无线方式连接到通信网络时,能够进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0287] 图10B1示出计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。另外,该计算机通过将发光元件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图10B1中的计算机也可以为如图10B2所示的方式。图10B2所示的计算机设置有第二显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。第二显示部7210是触摸屏,通过利用手指或专用笔操作显示在第二显示部7210上的输入用显示,能够进行输入。另外,第二显示部7210不仅能够显示输入用显示,而且可以显示其他图像。另外,显示部7203也可以是触摸屏。因为两个屏面通过铰链部连接,所以可以防止当收纳或搬运时发生如屏面受伤、损坏等问题。

[0288] 图10C及图10D示出便携式信息终端的一个例子。便携式信息终端具备组装在框体7401中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。另外,便携式信息终端包括其中发光元件被排列为矩阵状的显示部7402。

[0289] 图10C及图10D所示的便携式信息终端也可以通过用手指等触摸显示部7402来输入信息。在此情况下,能够通过用手指等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0290] 显示部7402主要有三种屏面模式。第一模式是以图像的显示为主的显示模式。第二模式是以文字等的信息的输入为主的输入模式。第三模式是组合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0291] 例如,在打电话或编写电子邮件的情况下,可以采用将显示部7402主要用于输入文字的文字输入模式而进行在屏面上显示的文字的输入操作。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大部分中显示键盘或号码按钮。

[0292] 另外,通过在便携式信息终端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,可以判断便携式信息终端的方向(无论便携式信息终端水平或垂直放置用于横向模式或纵向模式)而自动改变显示部7402的屏面显示。

[0293] 另外,通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像数据的信号时,将屏面模式切换成显示模式。而当该信号为文字数据的信号时,将屏面模式切换成输入模式。

[0294] 另外,在输入模式中,如果检测显示部7402的光传感器所检测的信号并且在一定期间内没有显示部7402的触摸操作输入时,也可以将屏面模式控制为从输入模式切换成显示模式。

[0295] 也可以将显示部7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或手指触摸显示部7402,

来拍摄掌纹、指纹等的图像,从而能够进行个人识别。另外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光或发射近红外光的感测用光源,也能够拍摄手指静脉、手掌静脉等的图像。

[0296] 注意,上述电子设备可以适当地组合本说明书中所示的结构而使用。

[0297] 另外,优选将包含本发明的一个方式的有机化合物的发光元件用于显示部。由于该发光元件可以成为发光效率高的发光元件,所以可以得到耗电量小的电子设备。另外,还容易实现耐热性高的发光元件。

[0298] 图11示出本发明的一个方式的汽车。在该汽车的挡风玻璃和仪表盘中安装有发光元件。显示区域5000至显示区域5005是使用发光元件设置的。发光元件优选包括本发明的一个方式的有机化合物,并且可以具有低功耗。另外,由此可以降低显示区域5000至显示区域5005的耗电量,所以适于车载。

[0299] 显示区域5000和显示区域5001设置在汽车的挡风玻璃上,包括发光元件。当在这些发光元件中使用具有透光性的电极形成第一电极和第二电极时,可以将该发光元件形成能看到对面一侧的所谓的透视式显示装置。当采用透视式显示时,即使将该透视式显示装置设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视野。另外,例如,在设置用于驱动发光装置的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0300] 显示区域5002使用发光元件设置在立柱部分中。通过显示来自设置在车体上的成像单元的图像,显示区域5002可以补偿被立柱部分遮挡的视野。另外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5003通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的图像,能够补偿被车体遮挡的视野的死角,从而消除盲区并提高安全性。通过显示图像以弥补驾驶员看不见的部分,能够更自然且简单地确认安全。

[0301] 显示区域5004和显示区域5005可以提供导航信息、速度表、转速表、里程、加油量、排档指示器、空调的设定以及其他各种信息。使用者可以适当地改变显示内容及布置。另外,这些信息也可以显示在显示区域5000至显示区域5003上。另外,也可以将显示区域5000至显示区域5005用作照明装置。

[0302] 另外,图12A至图12C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图12A示出展开状态的便携式信息终端9310。图12B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态时的中途状态的便携式信息终端9310。图12C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好。在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0303] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个框体9315来支撑。通过用铰链部9313将便携式信息终端9310在两个框体9315之间的连接部分折叠,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。显示区域9312是位于折叠状态的便携式信息终端9310的侧面的显示区域。在显示区域9312中可以显示信息图标以及使用次数多的软件或程序的快捷方式等,能够顺畅地进行确认信息或开启软件。

[0304] 如上所述,可以通过使用本发明的一个方式的发光装置来得到电子设备。能够应用的电子设备不局限于本实施方式中所示的电子设备,而可以应用于各种领域的电子设备。

[0305] 注意,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0306] 符号说明

[0307] 100:衬底;101:密封衬底;102:第一电极;102R:第一电极;102G:第一电极;102B:第一电极;102Y:第一电极;102Rt:透明导电膜;102Gt:透明导电膜;102Bt:透明导电膜;102Yt:透明导电膜;103:EL层;103a:EL层;103b:第一发光单元;103c:第二发光单元;103d:EL层;103e:第一EL层;103f:第二EL层;103g:第三EL层;103h:第四EL层;103i:第一EL层;103j:第二EL层;103k:第三EL层;103m:第四EL层;104:第二电极;105:黑矩阵;106R:颜色转换层;106G:颜色转换层;106Y:颜色转换层;107G:滤色片;107B:滤色片;107Y:滤色片;109:中间层;114:空穴注入层;115:空穴传输层;116:发光层;116d-1:第一发光层;116d-2:第二发光层;117:电子传输层;118:电子注入层;601:驱动电路部(源极线驱动电路);602:像素部;603:驱动电路部(栅极线驱动电路);604:密封衬底;605:密封材料;607:空间;608:布线;609:FPC(柔性印刷电路);610:元件衬底;611:开关用FET;612:电流控制用FET;613:第一电极;614:绝缘物;616:EL层;617:第二电极;618:发光元件;623:n沟道型FET;624:p沟道型FET;625:干燥剂;915:衬底;952:电极;953:绝缘层;954:隔离层;955:EL层;956:电极;1001:衬底;1002:基底绝缘膜;1003:栅极绝缘膜;1006:栅电极;1007:栅电极;1008:栅电极;1020:第一层间绝缘膜;1021:第二层间绝缘膜;1022:电极;1024Y:发光元件的第一电极;1024R:发光元件的第一电极;1024G:发光元件的第一电极;1024B:发光元件的第一电极;1025:分隔壁;1028:EL层;1029:发光元件的第二电极;1031:密封衬底;1032:密封材料;1033:透明基材;1034R:红色的颜色转换层;1034G:绿色的颜色转换层;1034B:蓝色的滤色片层;1034Y:黄色的颜色转换层;1035:黑色层(黑矩阵);1037:第三层间绝缘膜;1040:像素部;1041:驱动电路部;1042:周边部;5000:显示区域;5001:显示区域;5002:显示区域;5003:显示区域;5004:显示区域;5005:显示区域;7101:框体;7103:显示部;7105:支架;7107:显示部;7109:操作键;7110:遥控器;7201:主体;7202:框体;7203:显示部;7204:键盘;7205:外部连接端口;7206:指向装置;7210:第二显示部;7301:框体;7302:框体;7303:连接部;7304:显示部;7305:显示部;7306:扬声器部;7307:记录介质插入部分;7308:LED灯;7309:操作键;7310:连接端子;7311:传感器;7401:框体;7402:显示部;7403:操作按钮;7404:外部连接端口;7405:扬声器;7406:麦克风;9310:便携式信息终端;9311:显示面板;9312:显示区域;9313:铰链部;9315:框体。

[0308] 本申请基于2014年5月30日提交到日本专利局的日本专利申请No.2014-112796以及2014年5月30日提交到日本专利局的日本专利申请No.2014-112849,通过引用将其完整内容并入在此。

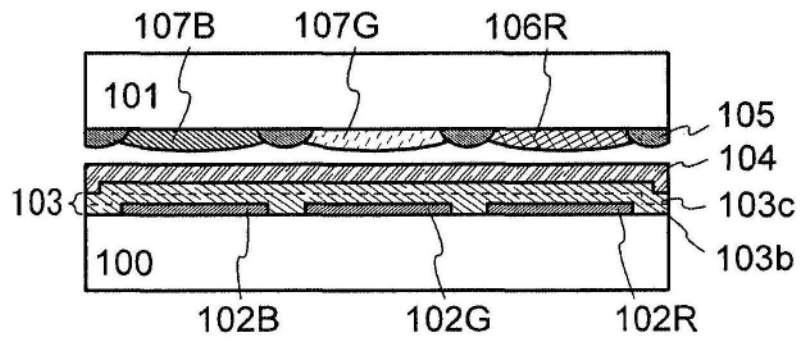


图1A

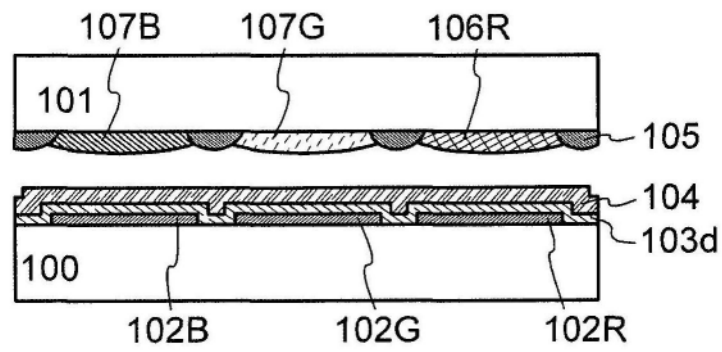


图1B

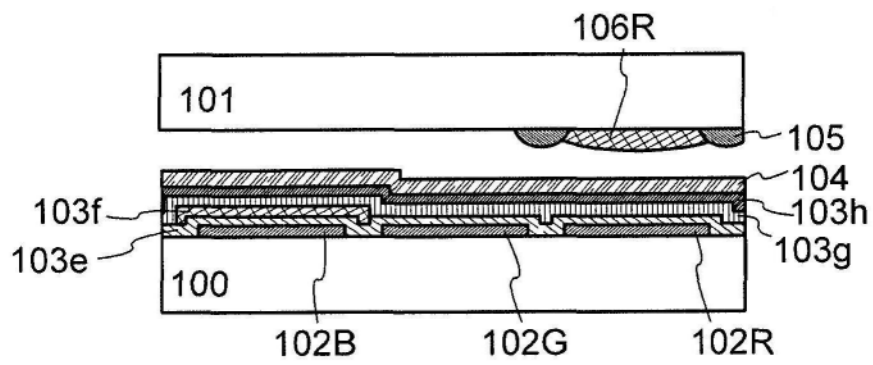


图1C

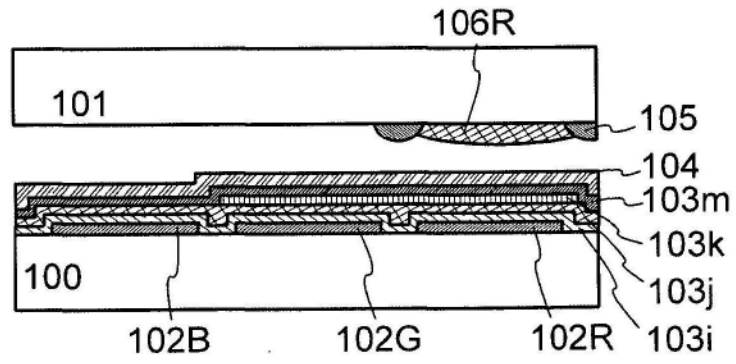


图1D

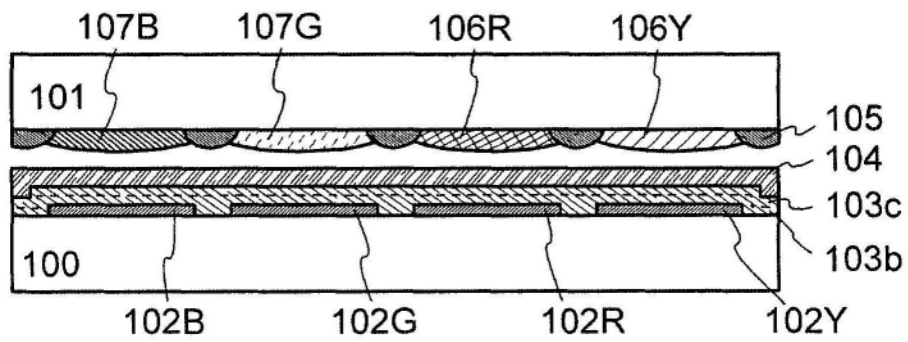


图2A

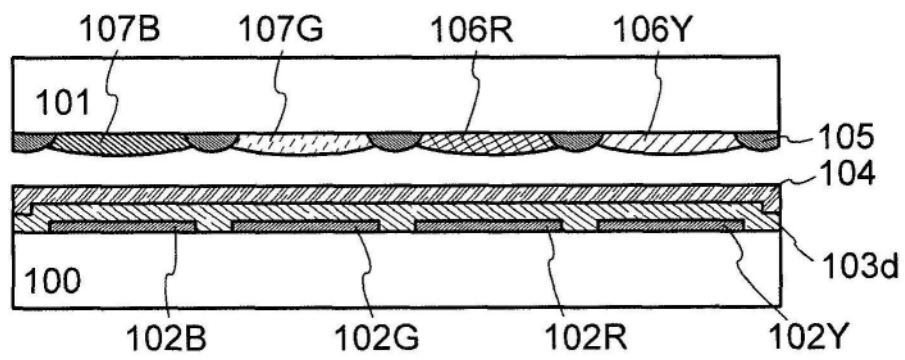


图2B

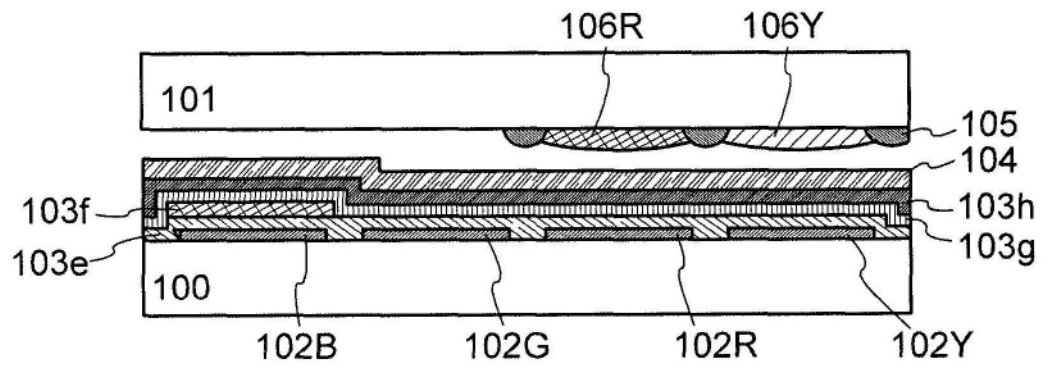


图2C

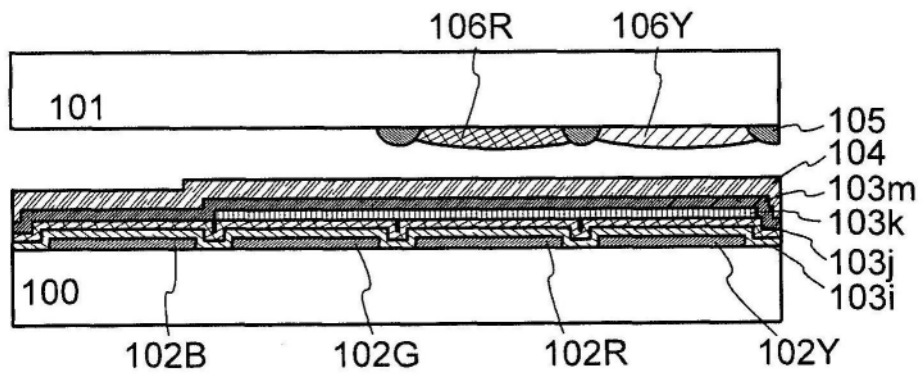


图2D

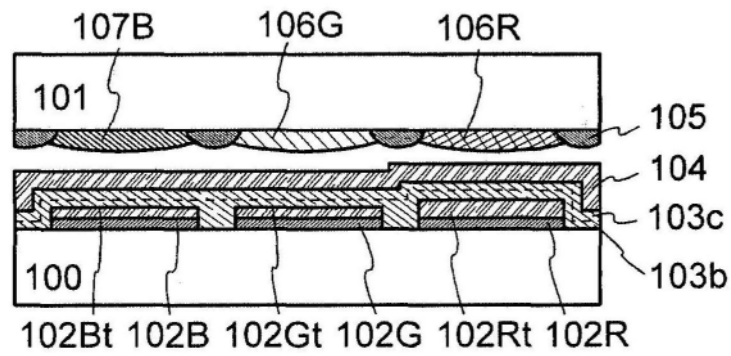


图3A

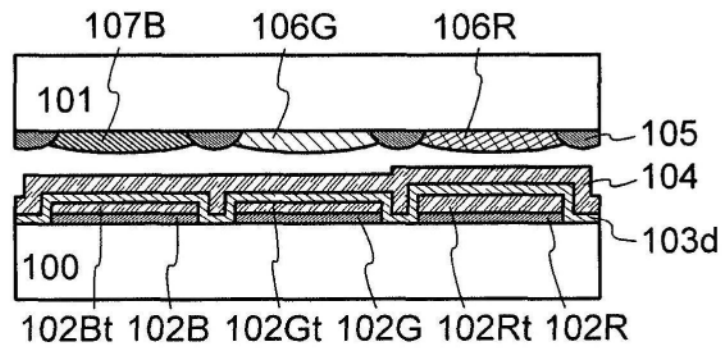


图3B

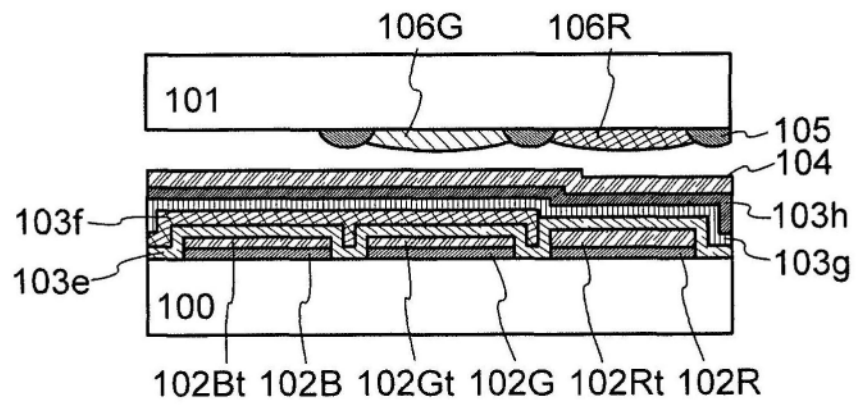


图3C

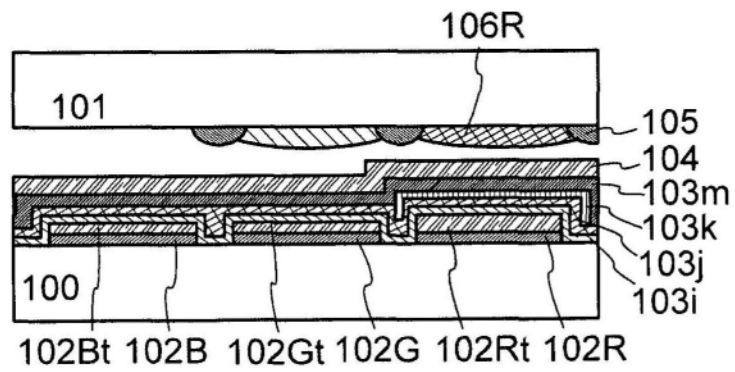


图3D

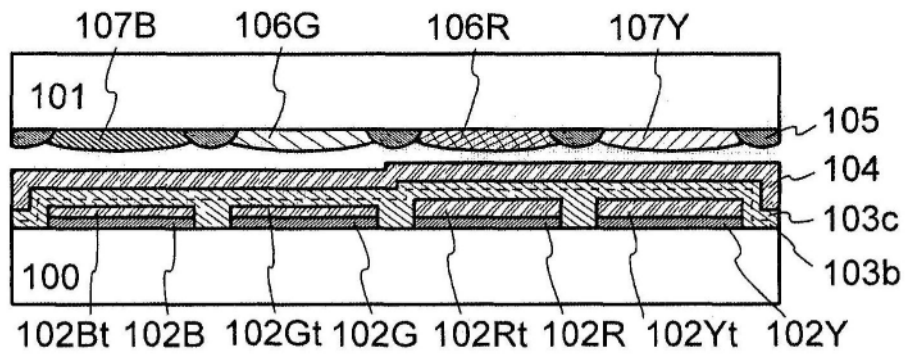


图4A

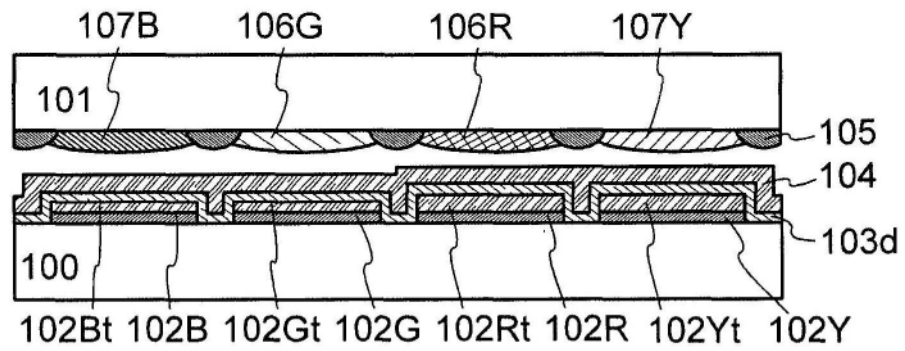


图4B

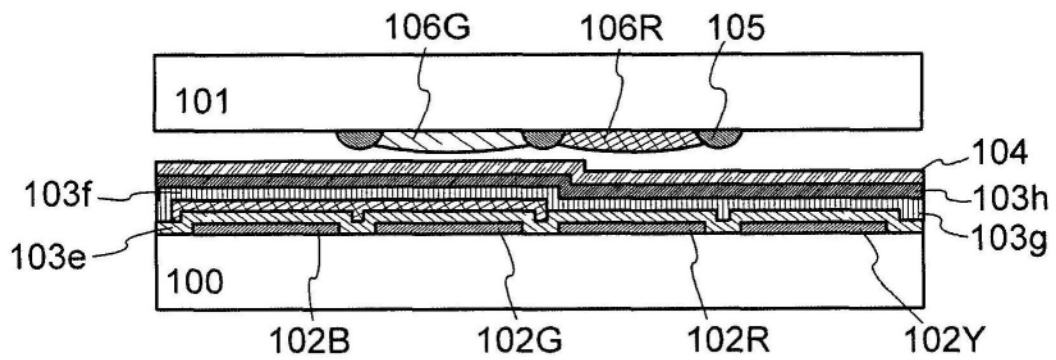


图4C

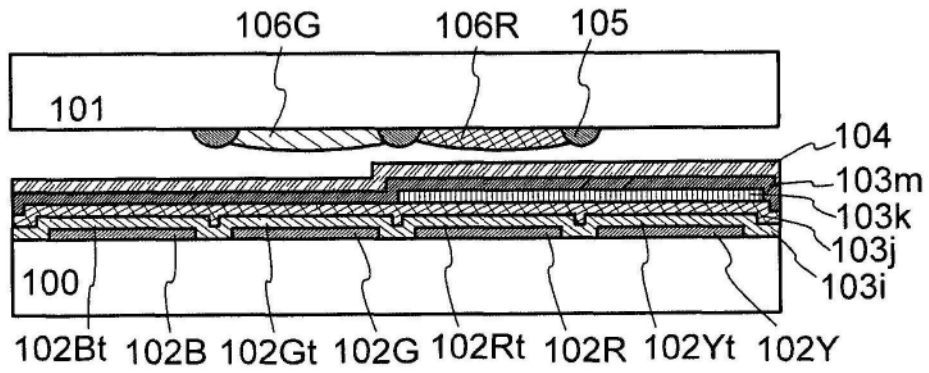


图4D

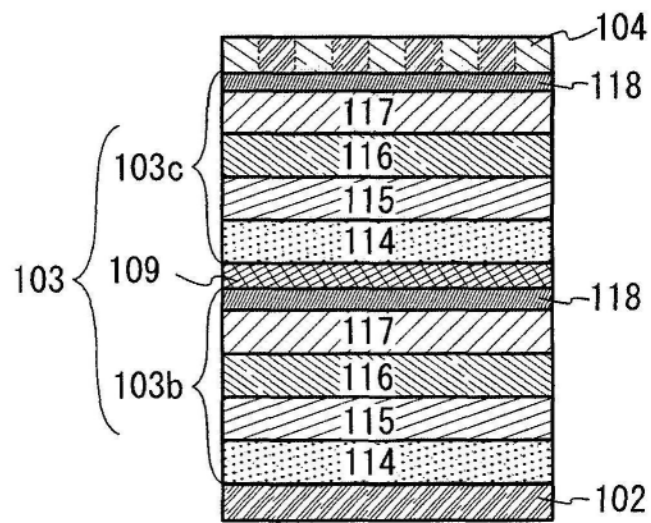


图5A

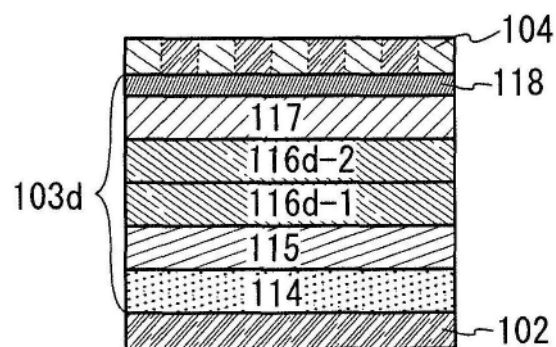


图5B

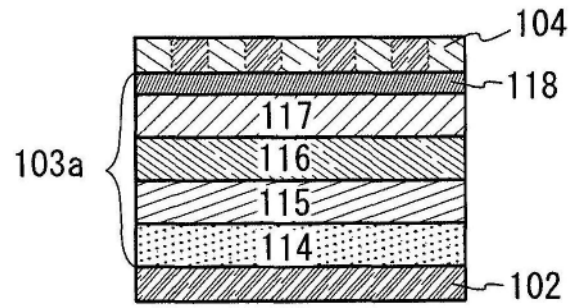


图5C

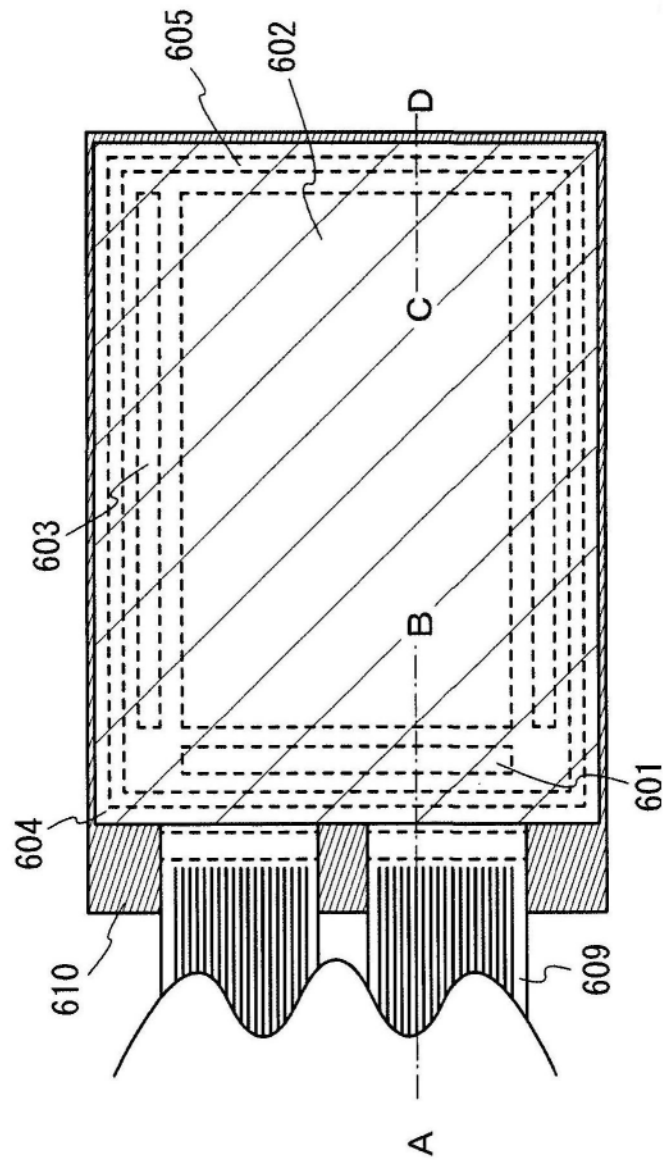


图6A

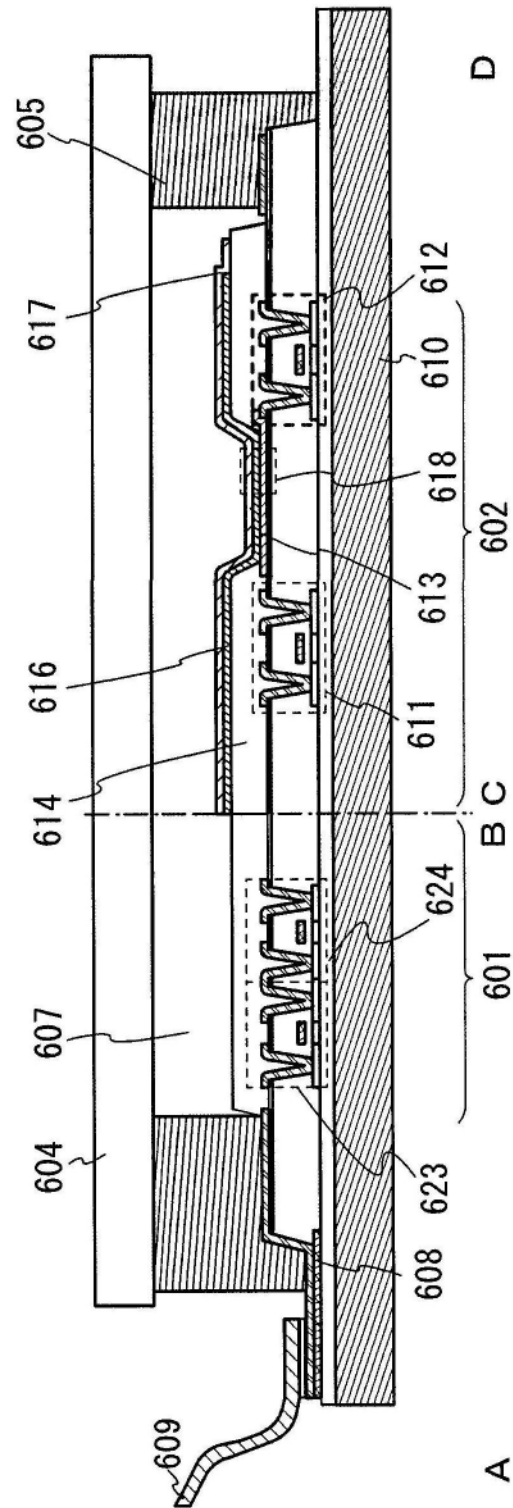


图6B

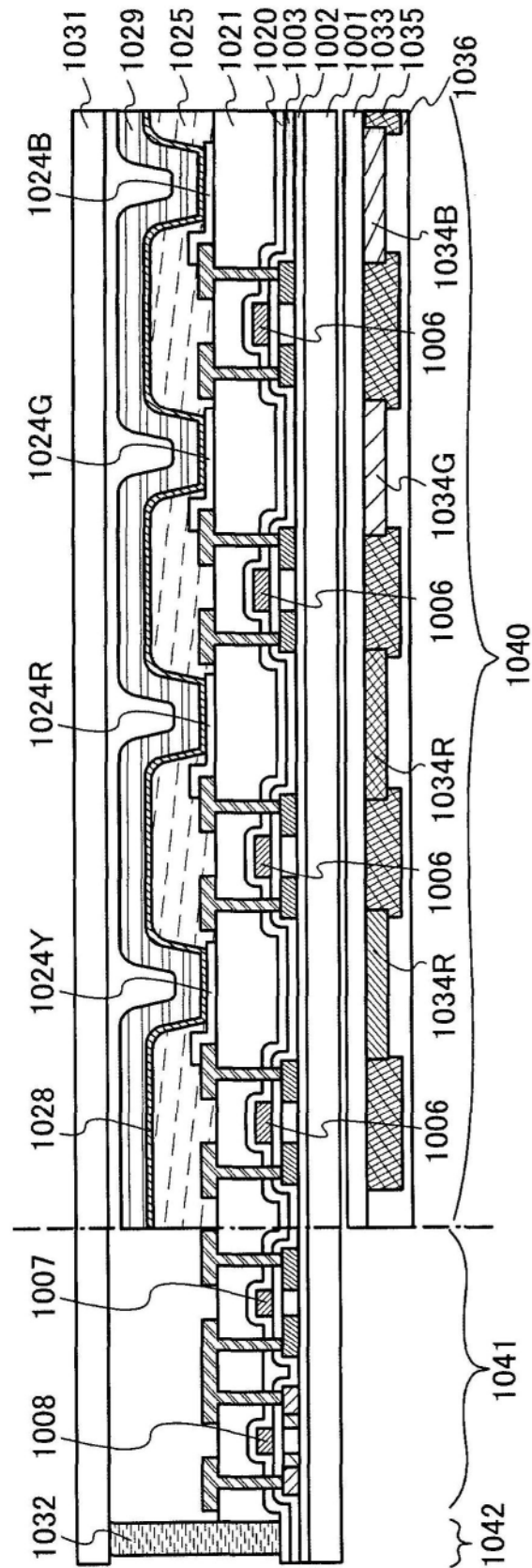


图7A

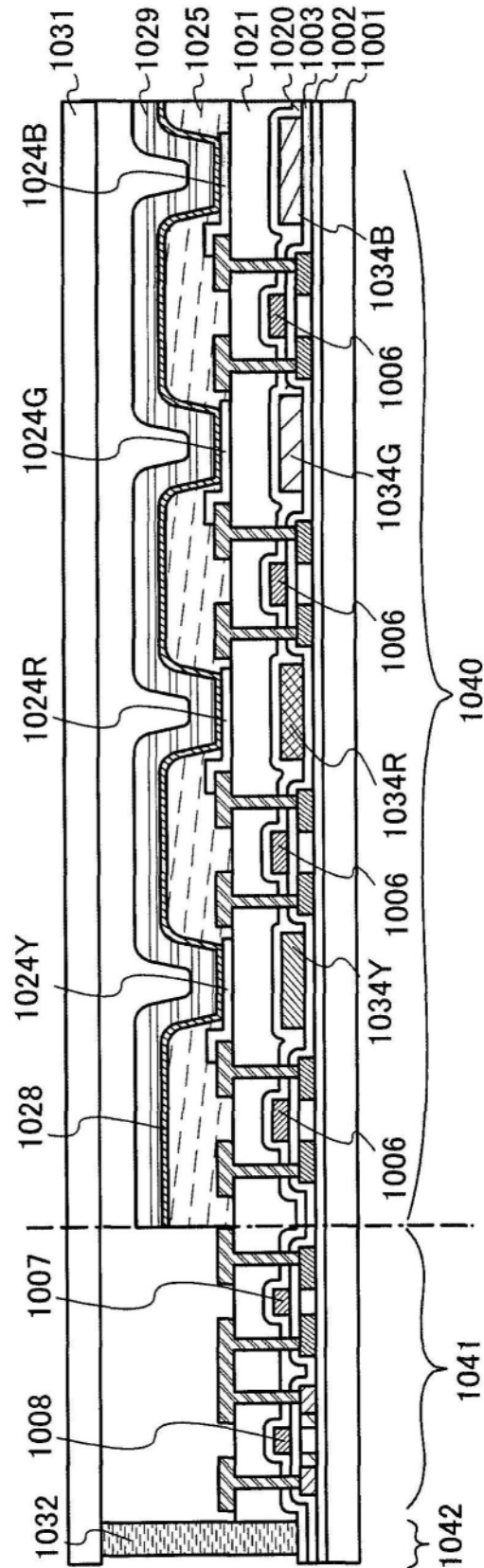


图7B

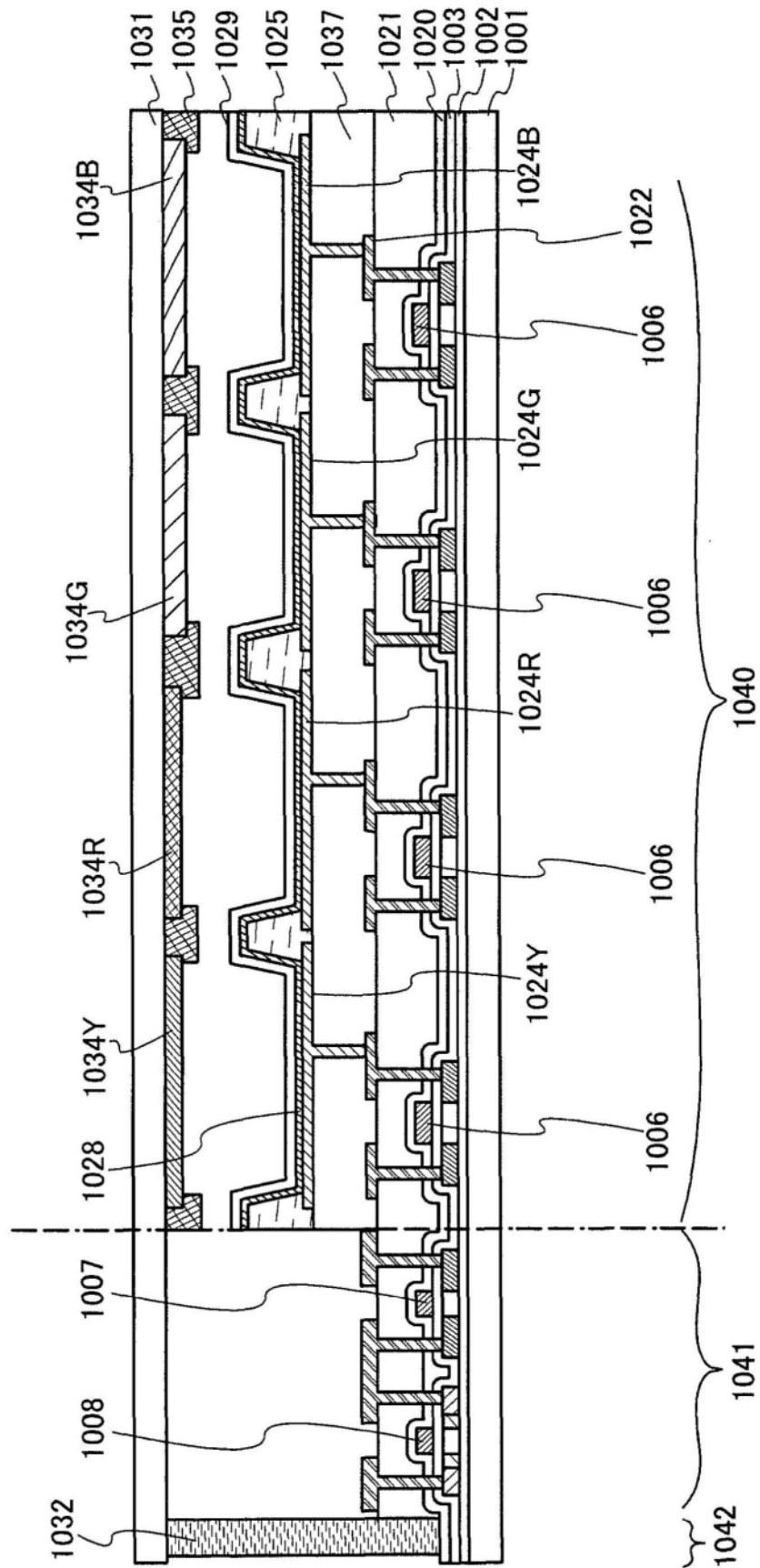


图8

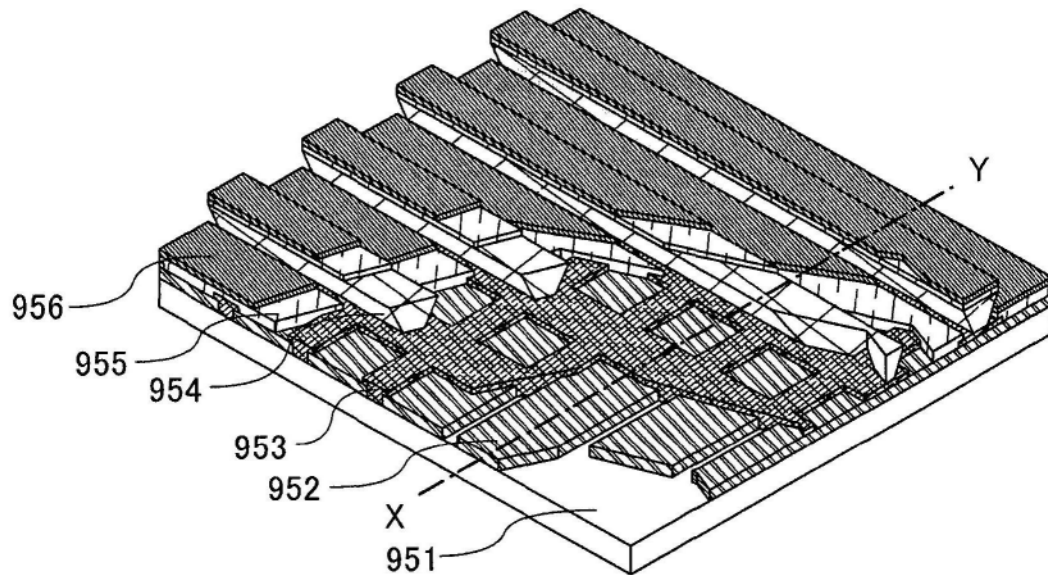


图9A

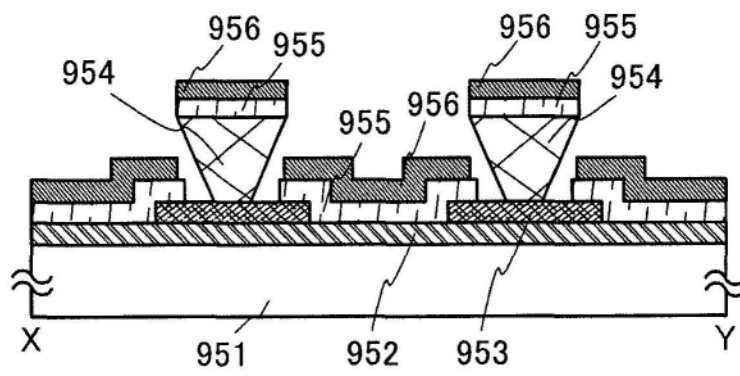


图9B

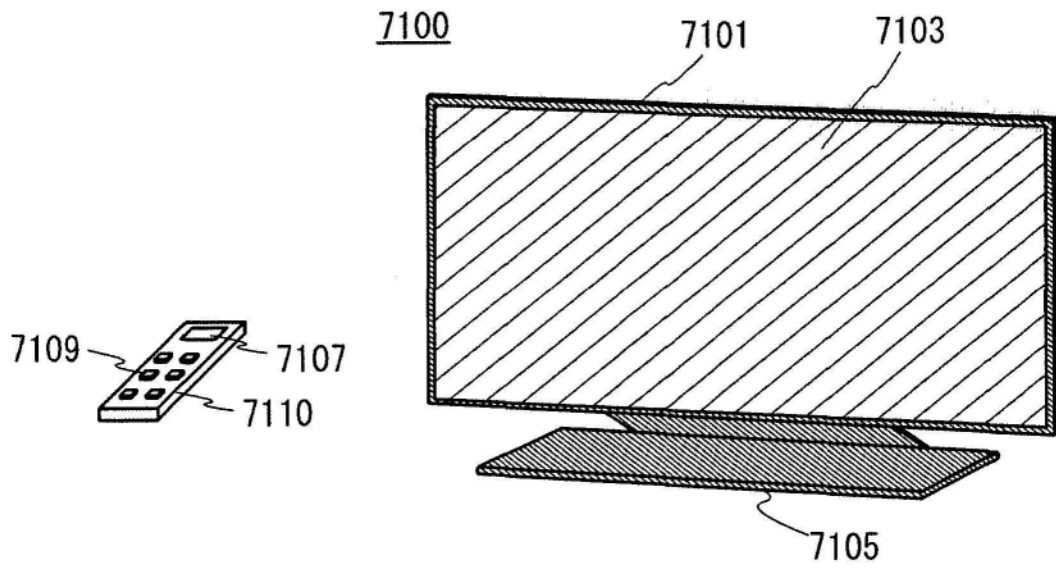


图10A

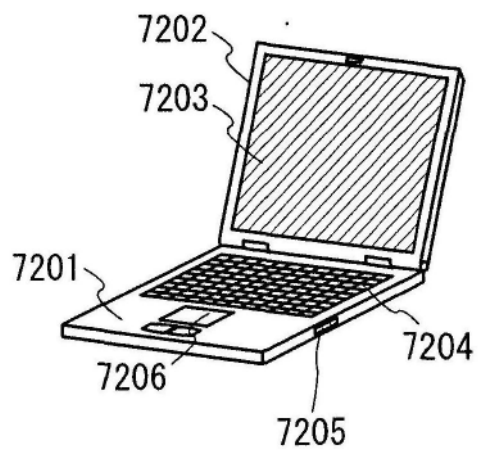


图10B1

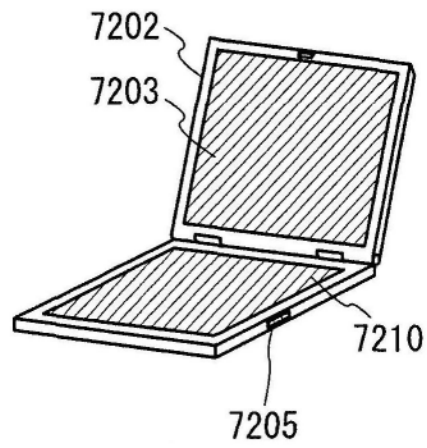


图10B2

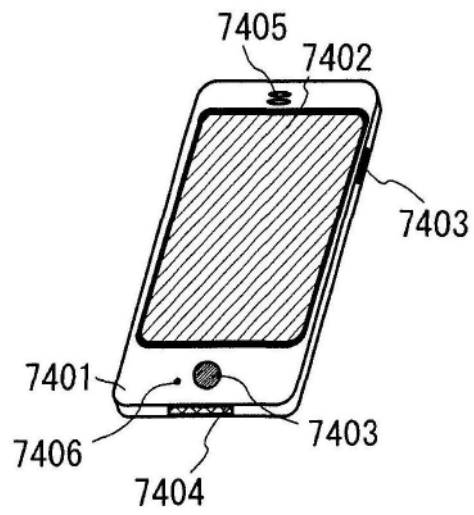


图10C

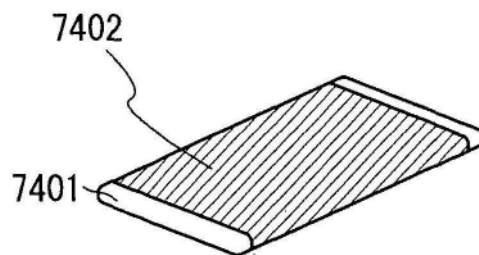


图10D

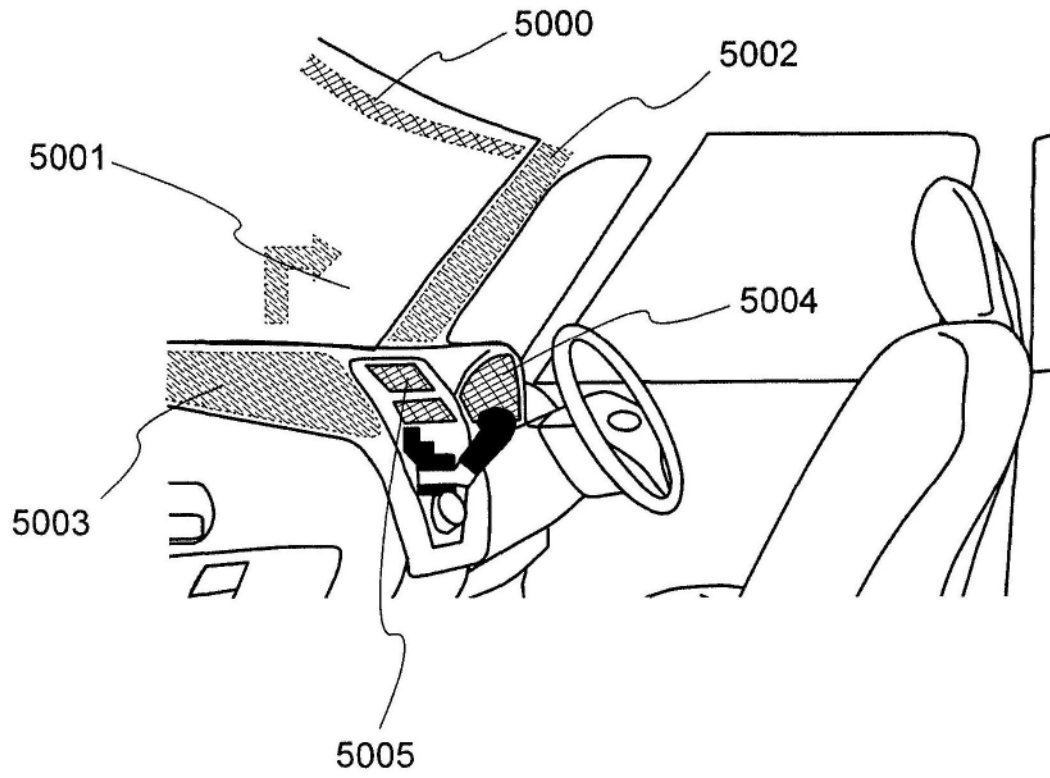


图11

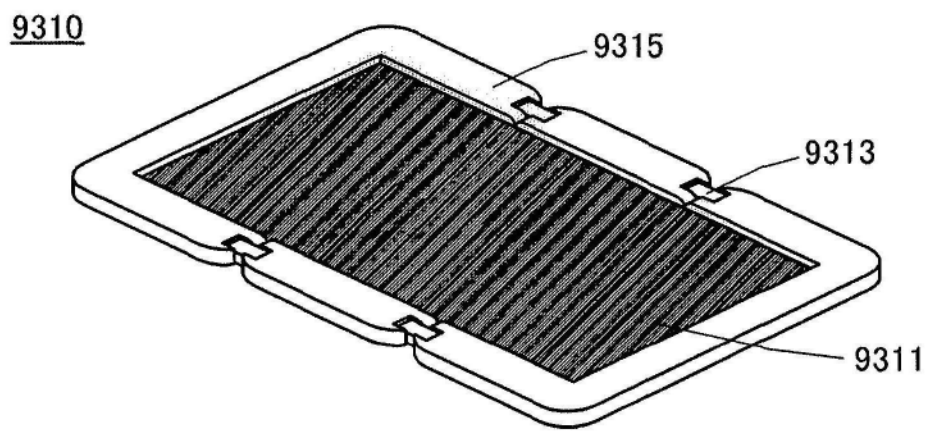


图12A

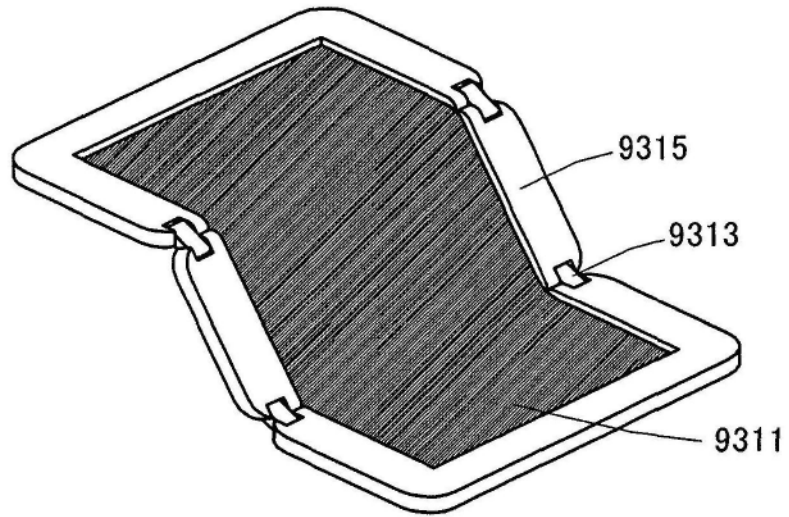
9310

图12B

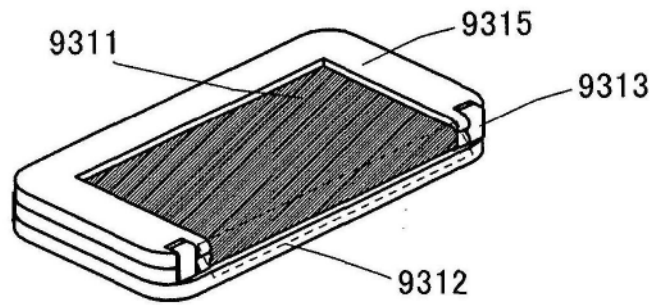
9310

图12C