



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1965613 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200580016272. X

(22) 申请日 2005.05.16

(30) 优先权数据

152619/2004 2004.05.21 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.11.21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2005/009284 2005.05.16

(87) PCT申请的公布数据

W02005/115059 EN 2005.12.01

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 山崎舜平 濑尾哲史

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 陈季壮

(51) Int. Cl.

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6447934 B1, 2002.09.10, 第9栏第1-10行、第10栏1-10行.

US 5837391 A, 1998.11.17, 参见说明书实施例5及附图7.

CN 1438828 A, 2003.08.27, 说明书实施例5、第10页7-9行.

审查员 刘颖洁

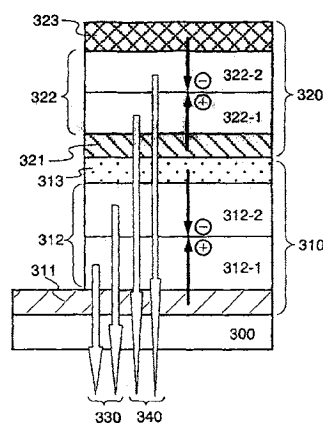
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 10 页

(54) 发明名称

发光元件及使用该元件的发光装置

(57) 摘要

本发明的目的是提供在宽波长范围内具有光谱的高效白光发射元件。另一个目的是提供白光发射元件,其中白色亮度难以随时间改变,还有一个目的是提供白光发射元件,其中发射光谱的形状不会取决于电流密度。第一发光元件310和第二发光元件320串联层压在基板300上。第一发光元件310在第一阳极311和第一阴极313之间具有发光层312,第二发光元件320在第二阳极321和第二阴极323之间具有发光层322。这里,发光层312显示在蓝到蓝绿波长范围内和在黄到橙波长范围内都具有波峰的第一发射光谱330,发光层322显示在蓝绿到绿波长范围内和在橙到红波长范围内都具有波峰的第二发射光谱340。



1. 发光装置,包括:

具有第一发光层的第一发光元件,该第一发光层包括在第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物;和

具有第二发光层的第二发光元件,该第二发光层包括在第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,

其中第一发光元件和第二发光元件采用第一阴极与第二阳极接触的串联方式连接,

其中第一发光元件显示具有至少两个波峰的第一发射光谱,第二发光元件显示在不同于此两个波峰的位置具有波峰的第二发射光谱,和

其中第二阳极包括空穴传输化合物和 MoO_x 。

2. 根据权利要求 1 的发光装置,其中该第二发射光谱具有至少两个波峰。

3. 发光装置,包括:

具有第一发光层的第一发光元件,该第一发光层包括在第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物;和

具有第二发光层的第二发光元件,该第二发光层包括在第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,

其中第一发光元件和第二发光元件采用第一阴极与第二阳极接触的串联方式连接,

其中第一发光元件显示包括具有补色关系的两种发射色的第一发射色,第二发光元件显示不同于这两种发射色的第二发射色,和

其中第二阳极包括空穴传输化合物和 MoO_x 。

4. 根据权利要求 3 的发光装置,其中第二发射色包括具有补色关系的两种发射色,第二发射色的这两种发射色不同于第一发射色的两种发射色。

5. 发光装置,包括:

具有第一发光层的第一发光元件,该第一发光层包括在第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物;和

具有第二发光层的第二发光元件,该第二发光层包括在第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,

其中第一发光元件和第二发光元件采用第一阴极与第二阳极接触的串联方式连接,

其中第一发光元件显示在蓝到蓝绿波长范围和黄到橙波长范围内具有波峰的第一发射光谱,第二发光元件显示在不同于这些波峰的位置具有波峰的第二发射光谱,和

其中第二阳极包括空穴传输化合物和 MoO_x 。

6. 根据权利要求 5 的发光装置,其中第二发射光谱是在蓝绿到绿波长范围和橙到红波长范围内具有波峰的发射光谱。

7. 发光装置,包括:

具有第一发光层的第一发光元件,该第一发光层包括在第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物;和

具有第二发光层的第二发光元件,该第二发光层包括在第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,

其中第一发光元件和第二发光元件采用第一阴极与第二阳极接触的串联方式连接,

其中第一发光元件显示在 430nm 到 480nm 波长范围内和在 550nm 到 600nm 波长范围内

具有波峰的第一发射光谱,第二发光元件显示在不同于这些波峰的位置具有波峰的第二发射光谱,和

其中第二阳极包括空穴传输化合物和 MoO_x 。

8. 根据权利要求 7 的发光装置,其中第二发射光谱是在 480nm 到 550nm 波长范围内和在 600nm 到 680nm 波长范围内具有波峰的发射光谱。

9. 根据权利要求 1,3,5 和 7 任一项的发光装置,其中第一发光层包括第三发光层和显示与第三发光层的发射色不同的发射色的第四发光层。

10. 根据权利要求 9 的发光装置,其中第三发光层与第四发光层接触。

11. 根据权利要求 1,3,5 和 7 任一项的发光装置,其中第二发光层包括第五发光层和显示与第五发光层的发射色不同的发射色的第六发光层。

12. 根据权利要求 11 的发光装置,其中第五发光层与第六发光层接触。

13. 根据权利要求 1,3,5 和 7 任一项的发光装置,其中发光装置还包括滤色镜。

14. 根据权利要求 1,3,5 和 7 中任一项的发光装置,其中第二阳极包括芳香族胺基化合物和 MoO_x 。

15. 根据权利要求 1,3,5 和 7 中任一项的发光装置,其中第一阴极包括电子传输物质和对该电子传输物质具有施主特性的物质。

16. 根据权利要求 1,3,5 和 7 中任一项的发光装置,其中第一阴极包括电子传输物质和对该电子传输物质具有施主特性的物质,和其中所述具有施主特性的物质选自碱金属和碱土金属。

17. 根据权利要求 1,3,5 和 7 中任一项的发光装置,其中发光装置显示白色发射颜色。

发光元件及使用该元件的发光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及发光元件,其包括发光有机或无机化合物并通过施加电流发光。尤其是,本发明涉及发射白光的发光元件以及使用该发光元件的发光装置。

背景技术

[0002] 近年来,使用发光有机化合物的发光元件已经被积极地研究并作为一类发光元件进行开发。典型的发光元件具有设置在一对电极之间、包含发光有机或无机化合物的层(以下称之为“发光层”)。电子和空穴被注入并通过给该元件施加电压从这对电极传输到发光层。发光有机或无机化合物通过那些载体(电子和空穴)的重组被激发并在从该激发态返回基态时发光。

[0003] 应该注意,有机化合物的激发态包括单重激发态和三激发态。在单重激发态时发光的称之为荧光,而在三激发态时发光的称之为磷光。

[0004] 这种发光元件的主要优势是发光元件可以制造的薄和重量轻,因为其由厚度近亚微米到数微米的薄膜形成。另外,特别高的响应速度是另一个优势,因为载体注入和发光之间的时间是微秒或更少。而且,相对低的能量消耗还是另一个优势,因为在近数伏到数十伏的DC电压就可以提供充足的光。由于这些优势,上述发光元件作为下一代平板显示器而吸引了大家的注意。

[0005] 在这样的发光元件中,一对电极和发光层形成薄膜。因此,通过形成大尺寸元件就可以轻易地提供表面发射。光源例如白炽灯或LED(点光源)或荧光灯(线光源)很难提供这样的特征。因此,上述发光元件具有作为照明等光源的很高的实用价值。

[0006] 考虑到其应用领域,可以这么说,就如上所述的发光元件而论,白光发射元件是重要争论点之一。只是因为如果提供的白光发射元件具有足够的亮度、发光效率、元件寿命和色度,那么可以通过将白光发射元件和滤色镜结合起来制造高质量的全色显示器,并还可以期望将它应用到白光光源来背光、照明等。

[0007] 目前,不是发射在每一个红、绿和蓝(光的三原色)波长范围内具有波峰的白光的发光元件而是发射其中结合了补色(例如,蓝光发射和金黄色光发射)的白光的发光元件(以下称之为“双波长白光发射元件”)是白光发射元件的主流(例如,参考文献1:Chishio Hosokawa et al., SID'01 DIGEST, 31.3(pp. 522-525))。在参考文献1中,通过层压两个发光层以便彼此接触来获得白光发射,这两个发光层每个都发射一种补色。这种双波长发光元件具有高的发光效率并可以具有相对良好的元件寿命。在参考文献1中获得400cd/m²的最初亮度和10000小时的亮度半衰期。

[0008] 该双波长白光发射元件可以提供在CIE色度坐标中的良好的白光。然而,其发射光谱不连续且只有两个具有补色关系的波峰。因此,该双波长白光发射元件难以提供宽的且接近的白色自然光。当其中的一个补色光谱的增加或减小取决于电流密度或发光时间时,色度就会转换成远离白光。考虑到与滤色镜结合的全色显示器,当其中的一个补色光谱增加或减小时,红、绿和蓝滤色镜的透光光谱就不和元件的发射光谱相匹配,而且也难以提

供预期的颜色。

[0009] 另一方面,不仅如上所述的双波长白光发射元件而且具有在每个红、绿和蓝波长范围内(以下称之为“三波长白光发射元件”)具有波峰的发射光谱的白光发射元件也已经被研究和开发(例如,参考文献2:J.Kido et al., Science, Vol. 267, pp. 1332-1334(1995),以及参考文献3:J.Kido et al., Applied Physics Letters, Vol. 67(16), pp. 2281-2283(1995)。参考文献2示出了红、绿和蓝层叠三层发光层的结构,参考文献3示出了将红、绿和蓝发光材料添加到一个发光层的结构。

[0010] 然而,该三波长白光发射元件在发光效率和元件寿命方面劣于该双波长白光发射元件,并且需要较大的改进。熟知的是,如参考文献2中所述的元件经常不能提供稳定的白光;例如,光谱根据电流密度变化。

[0011] 另外,尝试了用不同于参考文献1到3中的观点来获得白光发射元件(例如,参考文献4:日本专利公开 No. 2003-264085,以及参考文献5:日本专利公开 No. 2003-272860)。在参考4和5中,尝试通过串联层压多个发光元件和层叠由每个发光元件发出的光来获得高的电流效率(关于某一电流密度获得的亮度)。其还公开了可以通过串联层压发射不同颜色的光的发光元件来提供该白光发射元件。

[0012] 然而,例如,在用参考文献4和5中公开的方法来提供三波长白光发射元件的情况下,需要串联层压三种元件。换句话说,如果要制造在宽的波长范围内(在白光发射元件中混合了很多不同颜色的光发射)具有光谱的白光发射元件,那么要串联层压的发光元件的数量就会显著地增加,而且驱动电压成倍增加。由于多个发光元件串联层压,层压的发光元件的总厚度增加了,而且对光波干涉很敏感。因此,变得难以很好地调谐发射光谱。

[0013] 如上所述,通常的双波长白光发射元件具有高的发射效率和良好的元件寿命;然而,其存在在宽的波长范围内不具有光谱的问题。因此,白光的色度会随着时间的而改变。通常的三波长白光发射元件存在这样一个问题,其中光谱的形状会取决于电流密度,而且发射效率低、元件寿命短。而且,如果用参考文献4和5中公开的方法来提供在宽的波长范围内具有光谱的白光发射元件,串联层压的发光元件的数量显著增加,而且驱动电压显著升高。因此,传统的方法不切实际。

发明内容

[0014] 本发明的目的是提供在宽的波长范围内具有光谱的高效白光发射元件。另一个目的是提供其中的白色亮度难以随时间而改变的白光发射元件。还有一个目的是提供其中发射光谱的形状不取决于电流密度的白光发射元件。

[0015] 由于经过反复细致的试验,本发明的发明人已经发现通过串联层压具有象双波长白光发射元件那样具有两个波峰的发射光谱的发光元件和另一个具有在与上述的发光元件不同的位置具有波峰的发射光谱的发光元件来实现这些目的,从而在发光中,两个发光元件的光谱重迭。此时,这两个串联层压的元件优选是每个都示出了具有两个波峰的发射光谱。

[0016] 本发明的一个特点是发光元件包括具有第一发光层的第一发光元件和具有第二发光层的第二发光元件,第一发光层包括位于第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物,第二发光层包括位于第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,其中第一发光元件

和第二发光元件串联层压,该第一阴极与第二阳极接触,第一发光元件和第二发光元件中的一个示出了具有至少两个波峰的第一发射光谱,另一个示出了在不同于上述两个波峰的位置具有波峰的第二发射光谱。

[0017] 此时,该第二发射光谱优选具有至少两个波峰。

[0018] 本发明的另一个特点是发光元件包括具有第一发光层的第一发光元件和具有第二发光层的第二发光元件,第一发光层包括位于第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物,第二发光层包括位于第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,其中第一发光元件和第二发光元件串联层压,该第一阴极与第二阳极接触,第一发光元件和第二发光元件中的一个示出了包括两种具有补色关系的发射色的第一发射色,而另一个示出了不同于这两种发射色的第二发射色。

[0019] 此时,第二发射色优选包括具有补色关系的两种发射色,并且这两种发射色优选不同于第一发射色的具有补色关系的这两种发射色。

[0020] 要注意的是,蓝到蓝绿波长范围和黄到橙波长范围的结合优选作为补色关系。因此,本发明的另一个特点是发光元件包括具有第一发光层的第一发光元件和具有第二发光层的第二发光元件,第一发光层包括位于第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物,第二发光层包括位于第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,其中第一发光元件和第二发光元件串联层压,该第一阴极与第二阳极接触,第一发光元件和第二发光元件中的一个示出了在蓝到蓝绿波长范围内和在黄到橙波长范围内都具有波峰的第一发射光谱,另一个示出了在不同于第一发射光谱的位置具有波峰的第二发射光谱。

[0021] 此时,该第二发射光谱优选在蓝绿到绿波长范围内和在橙到红波长范围内具有波峰以便具有不同于第一发射光谱的波长范围的补色关系。

[0022] 该在蓝到蓝绿波长范围内和在黄到橙波长范围内都具有波峰的发射光谱优选在 430nm 到 480nm 波长范围内和在 550nm 到 600nm 波长范围内都具有波峰。因此,本发明的另一个特点是发光元件包括具有第一发发层的第一发光元件和具有第二发光层的第二发光元件,第一发光层包括位于第一阳极和第一阴极之间的发光有机化合物,第二发光层包括位于第二阳极和第二阴极之间的发光有机化合物,其中第一发光元件和第二发光元件串联层压,该第一阴极与第二阳极接触,第一发光元件和第二发光元件中的一个示出了在 430nm 到 480nm 波长范围内和在 550nm 到 600nm 波长范围内都具有波峰的第一发射光谱,另一个示出了在不同于第一发射光谱的位置具有波峰的第二发射光谱。

[0023] 此时,该第二发射光谱优选在 480nm 到 550nm 波长范围内和在 600nm 到 680nm 波长范围内都具有波峰以便在蓝绿到绿波长范围内和在橙到红波长范围内都具有波峰。

[0024] 根据本发明的上述结构,第一发光层优选具有第三发光层和发射不同于第三发光层的颜色的光的第四发光层。此时,优选第三发光层形成与第四发光层相接触的结构,因为这样的结构容易制造。

[0025] 根据本发明如上所述的结构,第二发光层优选具有第五发光层和发射不同于第五发光层的颜色的第六发光层。同时,优选第五发光层形成与第六发光层相接触的结构,因为这样的结构容易制造。

[0026] 通过用本发明的上述发光元件制造发光元件,可以提供在宽的波长范围内具有光谱的高效率发光装置,其中的色度难以随时间而变化的发光装置,以及其中发射光谱的形

状不会取决于电流密度的发光装置。因此,本发明包括使用本发明的发光元件的发光装置。尤其是,本发明的发光元件在宽的波长范围内具有光谱。因此,还包括滤色镜或照明装置的发光装置优选作为发光装置。

[0027] 要注意的是,本说明书中的光光装置指的是使用发光元件的发光体、图像显示装置等。而且,该显示装置包括以下所有模块:具有和连接器例如 FPC(柔性印刷电路)、TAB(带式自动键合)或 TCP(载带封装)一起提供的发光元件的模块;具有在端部和印刷接线板一起提供的 TAB 带或 TCP 的模块以及具有通过 COG(玻璃上的芯片)方法直接安装在发光元件上的 IC(集成电路)的模块。

[0028] 通过实施本发明可以提供在宽的波长范围内具有光谱的高效白光发射元件。还可以提供其中白色的色度难以随时间而变化的白光发射元件。而且,可以提供其中发射光谱的形状不会取决于电流密度的白光发射元件。

附图说明

[0029] 图 1A 和 1B 示出了本发明的发光元件的基本概念。

[0030] 图 2A 和 2B 示出了本发明的发光元件的结构实例和由发光元件发出的光的光谱。

[0031] 图 3A 和 3B 示出了本发明的发光元件的结构实例和由发光元件发出的光的光谱。

[0032] 图 4A 和 4B 示出了本发明的发光元件的结构例子。

[0033] 图 5 示出了在本发明的实施例 1 中的发光元件的结构。

[0034] 图 6 示出了在本发明的实施例 2 中的发光元件的结构。

[0035] 图 7A 和 7B 示出了使用本发明的发光元件的发光装置的结构。

[0036] 图 8A 到 8E 示出了使用本发明的发光装置的电气装置的结构。

具体实施方式

[0037] 以下,用基本结构、操作原理和特定结构实例来描述本发明的实施方式。要注意的是,为提取光,只需要发光元件的至少一个电极是透明的。因此,不仅在基板上形成透明电极并从基板上提取光的通常的元件结构而且从基板的相对侧提取光的结构和从电极的两侧提取光的结构实际上都可以使用。

[0038] 首先,参考图 1A 描述本发明的发光元件的基本结构。图 1A 示出了本发明的发光元件的结构实例,其中第一发光元件 110 和第二发光元件 120 串联层压在基板 100 上。第一发光元件 110 在第一阳极 111 和第一阴极 113 之间具有发光层 112,而第二发光元件 120 在第二阳极 121 和第二阴极 123 之间具有发光层 122。每个发光层 112 和 122 都包括发光有机化合物。

[0039] 当给发光元件的第一阳极 111 侧施加正偏压,给第二阴极 123 侧施加负偏压时,具有某一电流密度 J 的电流流过该元件。同时,从第一阳极 111 到第一发光元件的发光层 112 注入空穴,从第一阴极 113 到第一发光元件的发光层 112 注入电子。当空穴和电子重新结合时,第一光线 130 可以由第一发光元件 110 提供。从第二阳极 121 到第二发光元件的发光层 122 注入空穴,从第二阴极 123 到第二发光元件的发光层 122 注入电子。当空穴和电子重新结合时,第二光线 140 可以由第二发光元件 120 提供。换句话说,既可以由第一发光元件 110 也可以由第二发光元件 120 提供光线。

[0040] 要注意的是,在图 1B 中示出发光元件的电路。具有共同的电流密度 J 的电流流过第一发光元件 110 和第二发光元件 120,其中每个亮度方面的发光与电流密度 J (图 1B 中的 L1 和 L2) 对应。同时,在图 1A 所示的实例中,在第一阳极 111、第一阴极 113 和第二阳极 121 具有光传输性能时,第一光线 130 和第二光线 140 都可以提取。

[0041] 在本发明中,第一光线 130 和第二光线 140 中的任一个示出了具有至少两个波峰的第一发射光谱。另一个示出了在不同于第一发射光谱的位置具有波峰的第二发射光谱。例如,第一光线 130 示出了在蓝到蓝绿波长范围内和在黄到橙波长范围内具有波峰的第一发射光谱。第二光线 140 示出了在橙到红波长范围内(在以下的实施方式 1 中详细描述)具有一个波峰的第二发射光谱。要注意的是,蓝到蓝绿发射色和黄到橙发射色具有互补色关系。

[0042] 为提供具有两个波峰的发射光谱(上述实例中的第一发射光谱),对于通过使用电流激发发光有机化合物来发光的发光元件相对容易,这可以用现有技术中的双波长白光发射元件作为代表。然而,要提供具有三个或多个波峰或广的发射光谱的发射光谱就很难。本发明的结构是解决这个技术问题的方法。换句话说,该结构是这样的,以显示象双波长白光发射元件那样具有两个波峰的发射光谱(上述实例中的第一发射光谱)的发光元件为基础,在只用上述元件无法补偿的范围内具有发射光谱的发光元件串联层压并且重叠光线。如果与串联层压只有单一波峰的发光元件相比,使用这种结构,要层压的元件的数量可以降低很多。因此,可以抑制驱动电压的增加。因此,该结构是有效的。如图 1B 所示,在本发明的发光元件中,可以获得亮度,该亮度是相对于某一电流密度 J 获得的 L1 的亮度和 L2 的亮度的总和。因此,还可以提供相对于电流(换句话说,电流效率)的高亮度。

[0043] 要注意的是,如上所述是第一发光元件 110 显示具有至少两个波峰的第一发射光谱和第二发光元件 120 显示在不同于第一发射光谱的位置具有一个波峰的第二发射光谱的情况;然而,该结构也可以反过来。换句话说,第一发射元件 110 可以显示第二发射光谱而第二发光元件 120 可以显示第一发射光谱。虽然图 1A 示出了这样的结构,其中提供基板 100 作为第一阳极 111 侧,可以提供该基板 100 作为第二阴极 123 侧。而且,虽然图 1A 示出了这样的结构,其中从第一阳极 111 侧提取光,但是也可以从图 4A 所示的第二阴极 123 侧或者从图 4B 所示的两侧提取光。

[0044] 上面所述的是每个发光层 112 和 122 都包括发光有机化合物的情况,但是这些发光层可以是就一个包括发光有机化合物。换句话说,发光元件 110 和 120 可以是无机发光装置(LED)。第一光线 130 和第二光线 140 中的一个显示了具有至少两个波峰的第一发射光谱,而另一个显示了在不同于第一发射光谱的位置具有波峰的第二发射光谱。例如,第一光线 130 显示了既在蓝到蓝绿波长范围内又在黄到橙波长范围内具有波峰的第一发射光谱,而第二光线 140 显示了在橙到红波长范围内具有波峰的第二发射光谱。要注意的是,与第一发射光谱的这两个波峰对应的发射色具有补色关系。该第二发射光谱也可以在具有补色关系的两个波长范围内都具有波峰。在那种情况下,该第二发射光谱优选在不同于第一发射光谱的位置具有波峰。换句话说,由该第一光线组成的两个发射色优选与由第二光线组成的两个发射色不同。

[0045] 本发明的概念不仅可以应用于如图 1A 和 1B 所示的用电流发光的发光元件也可以应用于象无机 EL 那样的碰撞激发发光元件。

[0046] 换句话说,两个碰撞激发发光元件彼此串联连接。这两个碰撞激发发光元件的一个显示具有至少两个波峰的第一发射光谱,而另一个显示在不同于第一发射光谱的位置具有一个波峰的第二发射光谱。与第一发射光谱的两个波峰对应的发射色具有补色关系。该第二发射光谱也可以在两个具有补色关系的波长范围内都具有波峰。在那种情况下,该第二发射光谱优选在不同于第一发射光谱的位置具有波峰。换句话说,从两个碰撞激发发光元件的一个发出的光的两种发射色优选不同于从另外一个发光元件发出的光的两种发射色。

[0047] 作为例子,用蓝到蓝绿波长范围和黄到橙波长范围来描述补色关系;然而,也可以使用另一种补色关系(例如,蓝绿到绿波长范围和橙到红波长范围)。优选的是,将不同补色关系施加到第一发光元件的发射色和第二发光元件的发射色,因为这样可以提供很广的白光(在以下实施方式2中详细描述)。

[0048] 根据如上所述的结构,可以覆盖大部分可见光范围,而且很容易提供高效的白光。接着,以下描述比现有技术有优势考虑了发射色的结合的结构实例。

[0049] [实施方式1]

[0050] 在图2A中示出了元件结构。图2A示出了本发明的发光元件的结构实例,其中第一发光元件210和第二发光元件220串联层压在基板200上。该第一发光元件210在第一阳极211和第一阴极213之间具有发光层212。该第二发光元件220在第二阳极221和第二阴极223之间具有发光层222。

[0051] 这里,第一发光元件的发光层212包括显示在蓝到蓝绿波长范围内具有波峰的发射光谱的第一发光层212-1和显示在黄到橙波长范围内具有波峰的发射光谱的第二发光层212-2。第二发光元件的发光层222示出了在橙到红波长范围内具有波峰的发射光谱。第一发光层212-1和第二发光层212-2的层压顺序可以颠倒。

[0052] 当给发光元件的第一阳极211侧施加正偏压,给第二阴极223侧施加负偏压时,可以提供第一光线230和第二光线240。第一光线230是从第一发光层212-1和第二发光层212-2中发出的结合光;因此,其显示如图2B所示的既在蓝到蓝绿波长范围内又在黄到橙波长范围内具有波峰的发射光谱。换句话说,第一发射元件示出了双波长白或近似白(清白色、黄白色等)发射色。如图2B所示第二光线240显示在橙到红波长范围内具有波峰的发射光谱。

[0053] 因此,由于第一光线230和第二光线240重叠,根据实施方式1的本发明的发光元件可以提供覆盖蓝到蓝绿波长范围、黄到橙波长范围、橙到红波长范围的光。

[0054] 该第一发光元件210具有与采用通常使用的补色关系的双波长白光发射元件相类似的结构,并且可以实现具有高亮度和良好元件寿命的白或近似白的发光元件。然而,该第一发光元件在红波长范围内显示弱的光谱,并且不适合使用滤色镜的全色显示器。可以理解,实施方式1中的结构可以有效地解决这个问题。

[0055] 即使第一发光层212-1(示出了在蓝到蓝绿波长范围内具有一个波峰的发射光谱)的亮度,例如随时间恶化或者随电流密度变化时,第一发光层212-1对整个光谱的贡献接近三分之一。因此,该结构具有色度变化相对较小的优势。在只包括象通常的双波长白光发射元件那样的第一发光元件210的发光元件的情况下,第一发光层212-1的亮度变化极大地影响色度。

[0056] 可以通过串联层压三个发光元件来提供与实施方式 1 类似的发射光谱：在蓝到蓝绿波长范围内发光的发光元件，在黄到橙波长范围内发光的发光元件以及在橙到红波长范围内发光的发光元件。然而，在那种情况下，驱动电压变成实施方式 1 中串联层压两个元件的发光元件的驱动电压的 1.5 倍或更多。

[0057] 如上所述，作为实例的是因为具有两个发光层 (212-1 和 212-2)，在第一发光元件 210 显示具有两个波峰的第一发射光谱和第二发光元件 220 显示在不同于第一发射光谱的位置具有波峰的第二发射光谱的情况。然而，该第二发光元件 220 可以显示第一发射光谱。换句话说，该第二发光元件 220 可以显示由于具有两层发光层而具有两个波峰的第一发射光谱，该第一发光元件 210 可以显示在不同于第一发射光谱的位置具有波峰的第二发射光谱。虽然图 2A 示出了这样的结构，其中提供基板 200 用作第一阳极 211 侧，但是也可以提供该基板用作第二阴极 223 侧。而且，虽然图 2A 示出了这样的结构，其中从第一阳极 211 侧提取光，但是也可以从第二阴极 223 侧或两侧提取光。

[0058] [实施方式 2]

[0059] 在图 3A 中示出了元件结构。图 3A 示出了本发明的发光元件的结构实例，其中第一发光元件 310 和第二发光元件 320 在基板 300 上串联层压。该第一发光元件 310 在第一阳极 311 和第一阴极 313 之间具有发光层 312，该第二发光元件 320 在第二阳极 321 和第二阴极 323 之间具有发光层 322。

[0060] 这里，第一发光元件的发光层 312 包括显示在蓝到蓝绿波长范围内具有波峰的发射光谱的第一发光层 312-1 和显示在黄到橙波长范围内具有波峰的发射光谱的第二发光层 312-2。第二发光元件的发光层 322 包括显示在蓝绿到绿波长范围内具有波峰的发射光谱的第三发光层 322-1 和在橙到红范围内具有波峰的发射光谱的第四发光层 322-2。要注意的是，第一发光层 312-1 和第二发光层 312-2 的层压顺序可以颠倒。第三发光层 322-1 和第四发光层 322-2 的层压顺序可以颠倒。

[0061] 当给发光元件的第一阳极 311 侧施加正偏压，给第二阴极 323 侧施加负偏压时，可以提供第一光线 330 和第二光线 340。第一光线 330 是从第一发光层 312-1 和第二发光层 312-2 中发出的结合光；因此，其显示如图 3B 所示的既在蓝到蓝绿波长范围内又在黄到橙波长范围内具有波峰的发射光谱。换句话说，第一光线 330 是双波长白或近似白发射色。第二光线 340 是从第三发光层 322-1 和第四发光层 322-2 中发出的结合光；因此，其显示如图 3B 所示的既在蓝绿到绿波长范围内又在橙到红波长范围内具有波峰的发射光谱。换句话说，第二发光元件 320 示出了具有不同于第一发光元件 310 的双波长白或近似白发射色。

[0062] 因此，由于第一光线 330 和第二光线 340 重叠，根据实施方式 2 的本发明的发光元件可以提供覆盖蓝到蓝绿波长范围、蓝绿到绿波长范围、黄到橙波长范围、橙到红波长范围的光。

[0063] 该第一发光元件 310 和第二发光元件 320 都具有与采用通常使用的补色关系的双波长白光发射元件相类似的结构，并且可以实现具有高亮度和良好元件寿命的白或近似白的发光元件。然而，该第一发光元件 310 主要在蓝绿到绿波长范围和橙到红波长范围内显示弱的光谱，并且不适合使用滤色镜的全色显示器。另外，第一发光元件在翡翠绿波长范围内具有窄的光谱并且缺乏鲜明度。然而，可以理解，根据实施方式 2 的结构可以用层压的第二发光元件 320 的发射光谱来弥补该缺陷并能有效地解决这个问题。

[0064] 即使第一发光层 312-1 (示出了在蓝到蓝绿波长范围内具有波峰的发射光谱) 的亮度, 例如随时间恶化或者变化取决于电流密度时, 第一发光层 312-1 对整个光谱的贡献接近四分之一。因此, 该结构具有色度变化相对较小的优势。在只包括象通常的双波长白光发射元件那样的第一发光元件 310 的发光元件的情况下, 第一发光层 312-1 的亮度变化极大地影响色度。

[0065] 可以通过串联层压四个发光元件来提供与实施方式 2 类似的发射光谱: 在蓝到蓝绿波长范围内发光的发光元件, 在蓝绿到绿波长范围内发光的发光元件, 在黄到橙波长范围内发光的发光元件以及在橙到红波长范围内发光的发光元件。然而, 在那种情况下, 驱动电压变成实施方式 2 中串联层压两个元件的发光元件的驱动电压的 2 倍或更多。

[0066] 如上所述, 作为实例的是在第一发光元件 310 显示既在蓝到蓝绿波长范围又在黄到橙波长范围内具有波峰的光谱和第二发光元件 320 显示既在蓝绿到绿波长范围又在橙到红波长范围内具有波峰的光谱的情况。然而, 它们可以颠倒。换句话说, 该第二发光元件 320 可以显示既在蓝到蓝绿波长范围又在黄到橙波长范围内具有波峰, 而该第一发光元件 310 可以显示既在蓝绿到绿波长范围又在橙到红波长范围内具有波峰。虽然图 3A 示出了这样的结构, 其中提供基板 300 用作第一阳极 311 侧, 但是也可以提供该基板用作第二阴极 323 侧。而且, 虽然图 3A 示出了这样的结构, 其中从第一阳极 311 侧提取光, 但是也可以从第二阴极 323 侧或两侧提取光。

[0067] [实施方式 3]

[0068] 以下描述本发明的发光元件的结构, 尤其是, 可以用于图 1A 中的第一发光元件 110 和第二发光元件 120 的材料和元件结构。本发明的发光元件只需要具有图 1A 所示的至少一种结构。然而, 空穴注入层和 / 或空穴传输层可以设置在第一发光元件的第一阳极 111 和发光层 112 之间和第二发光元件的第二阳极 121 和发光层 122 之间。电子注入层和 / 或电子传输层可以设置在第一发光元件的第一阴极 113 和发光层 112 之间和第二发光元件的第二阴极 123 和发光层 122 之间。

[0069] 要注意的是, 空穴注入层具有从阳极接受空穴的功能, 空穴传输层具有将空穴传输到发光层的功能。电子注入层具有从阴极接受电子的功能, 电子传输层具有将电子传输到发光层的功能。

[0070] 可以用于每一层的材料作为实例特别描述。然而, 可以应用于本发明的材料并不局限于此。

[0071] 可以用于空穴注入层的空穴注入材料, 酞菁基化合物是有效的, 而且还可以使用酞菁 (缩写为 H_2-Pc), 铜酞菁 (缩写为 $Cu-Pc$), 氧钒基酞菁 (缩写为 $VO-Pc$) 等。而且, 可以使用化学掺杂的导电高分子量化合物, 例如用聚苯乙烯磺酸盐 (缩写为 PSS) 掺杂的聚乙烯二氧噻吩 (缩写为 PEDOT), 聚苯胺 (缩写为 PAni) 等。也可以使用无机半导体薄膜例如氧化钼 (MoO_x), 氧化钒 (VO_x) 或氧化镍 (NiO_x), 或无机绝缘超薄膜例如氧化铝 (Al_2O_3) 也是有效的。也可以使用芳香族酰胺基化合物, 例如, 4,4',4''-三(N,N'-二苯基-氨基)-三苯胺 (缩写为 TDATA), 4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-三苯胺 (缩写为 MTDATA), N,N'-二(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺 (缩写为 TPD), 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]-联苯 (缩写为 α -NPD) 或 4,4'-二[N-(4-(N,N'-二-m-甲基苯基)氨基)苯基-N-苯氨基]联苯 (缩写为 DNTPD)。而且, 芳香

胺基化合物可以用具有受体特性的材料掺杂。尤其是,可以使用受体 2,3,5,6- 四氟代 -7,7,8,8- 四氰基喹啉并二 4 苯基异氰酸甲烷 (缩写为 F_4 -TCNQ) 掺杂的 VOPc 或使用受体 MoO_x 掺杂的 α -NPD。

[0072] 作为可以用于空穴传输层的空穴传输材料,优选芳香胺基化合物,也可以使用如上所述的 TDATA、MTDATA、TPD、 α -NPD、DNTPD 等。

[0073] 作为可以用于电子传输层的电子传输材料,可以使用金属络合物,例如三 (8- 羟基喹啉) 铝 (缩写为 Alq_3),三 (4- 甲基 -8- 羟基喹啉) 铝 (缩写为 $Almq_3$),二 (10- 氢氧苯并 [h]- 羟基喹啉) 铍 (缩写为 $BeBq_2$),二 (2- 甲基 -8- 羟基喹啉) (4- 苯基酚) 铝 (缩写为 $BAlq$),二 [2-(2- 羟苯基) - 苯唑] 锌 (缩写为 $Zn(BOX)_2$) 或二 [2-(2- 羟苯基) - 苯并噻唑] 锌 (缩写为 $Zn(BTZ)_2$)。除金属络合物外还可以使用噁二唑衍生物例如 2-(4- 联苯基) -5-(4- 四丁苯基) -1,3,4- 噁二唑 (缩写为 PBD) 或 1,3- 二 (5-(p- 四丁苯基) -1,3,4- 噁二唑 -2 基) 苯 (缩写为 OXD-7); 三唑衍生物例如 3-(4- 四丁苯基) -4- 苯基 -5-(4- 二苯基) -1,2,4- 三唑 (缩写为 TAZ) 或 3-(4- 四丁苯基) -4-(4- 乙烷基苯基) -5-(4- 二苯基) -1,2,4- 三唑 (缩写为 p-EtTAZ); 咪唑衍生物例如 2,2',2''-(1,3,5- 苯三基) 三 [1- 苯基 -1H- 苯并咪唑] (缩写为 TPBI); 或邻二氮杂菲衍生物例如深邻二氮杂菲 (缩写为 BPhen) 或深 2,2 联喹啉 (缩写为 BCP)。

[0074] 可以用做电子注入层的电子注入材料,可以使用上述的电子传输材料例如 Alq_3 、 $Almq_3$ 、 $BeBq_2$ 、 $BAlq$ 、 $Zn(BOX)_2$ 、 $Zn(BTZ)_2$ 、PBD、OXD-7、TAZ、p-EtTAZ、TPBI、BPhen 或 BCP。可以选择,绝缘材料的超薄膜,例如,经常采用碱金属卤化物例如 LiF 或 CsF,碱土金属卤化物例如 CaF_2 ,碱金属氧化物例如 Li_2O 等。另外,碱金属络合物例如锂乙酰丙酮化物 (缩写为 $Li(acac)$),8- 羟基喹啉 - 锂 (缩写为 Li_q) 等也是有效的。电子注入材料可以用具有施主性能的材料掺杂。可以用碱金属、碱土金属、稀土金属等作施主。尤其是,可以使用施主锂掺杂的 BCP、施主锂掺杂的 Alq_3 。

[0075] 接着,描述第一发光元件 110 或第二发光元件 120 的发光层 (112 或 122) 的结构。这里列出可以用作发光有机化合物的材料;然而,本发明不限于这些材料。可以使用任何发光有机化合物。

[0076] 可以通过使用二萘嵌苯,2,5,8,11- 四 -t-butylperylene (缩写为 TBP),9,10- 联苯蒽等作为寄生材料,并通过将该寄生材料分散到适当的宿主材料中来获得蓝到蓝绿光。可以选择,通过苯乙烯基 arylene 衍生物例如 4,4' - 二 (2,2- 联苯乙烯基) 联苯 (缩写为 DPVBi) 或蒽衍生物例如 9,10- 二 - 萘基蒽 (缩写为 DNA) 或 9,10- 二 (2- 萘基) -2-t- 丁基蒽 (缩写为 t-BuDNA) 可以获得该光线。可以选择,也可以使用聚合物例如聚 (9,9- 二辛基芴)。可以通过使用香豆素基色素例如香豆素 30 或香豆素 6、二 [2-(2,4- 二氟苯基) 嘧啶]picolinate 铱 (缩写为 FIr_{pic}),二 (2- 苯基嘧啶)acetylacetonate 铱 (缩写为 $Ir(PPy)_2(acac)$) 等作为寄生材料,并将该寄生材料分散到适当的宿主材料中来获得蓝绿到绿光。可以通过将上述二萘嵌苯或 TBP 分散到具有 5wt% 或更多的高浓度的适当的宿主材料中来提供光线。可以选择,可以用金属络合物例如 $BAlq$ 、 $Zn(BTZ)_2$ 、二 (2- 甲基 -8- 羟基喹啉) 氯化镓 ($Ga(mq)_2Cl$) 来提供该光线。也可以使用聚合物例如聚 (p- 亚苯基 1,2- 亚乙烯基)。

[0077] 可以通过使用红荧烯、4-(二氰基亚甲基) -2-[p-(二甲基氨基) 苯乙烯基] -6- 甲

基-4H-吡喃(缩写为 DCM1)、4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(9-久洛尼定)乙炔基-4H-吡喃(缩写为 DCM2),二(2-(2-噻吩基))噻啉 acetylacetonato 铱(缩写为 $\text{Ir}(\text{thp})_2(\text{acac})$),二(2-苯基喹啉)acetylacetonato 铱(缩写为 $\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})$)等作为寄生材料,并将该寄生材料分散到适当的宿主材料中来获得黄到橙光。也可以通过金属络合物例如二(8-羟基喹啉)锌(缩写为 Znq_2)或二[2-苯乙烯醛基-8-羟基喹啉]锌(缩写为 Znsq_2)来提供光。也可以使用聚合物例如聚(2,5-二烷氧基-1,4-亚苯基 1,2-亚乙烯基)。

[0078] 可以通过使用 4-(二氰基亚甲基)-2,6-二[p-(二甲基氨基)苯乙烯基]-4H-吡喃(缩写为 BisDCM),4-(二氰基亚甲基)-2,6-二[2-(久洛尼定-9-基)乙炔基]-4H-吡喃(缩写为 DCM1),4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(9-久洛尼定)乙炔基]-4H-吡喃(缩写为 DCM2),二[2-(2-噻吩基)噻啉 acetylacetonato 铱(缩写为 $\text{Ir}(\text{thp})_2(\text{acac})$)等作为寄生材料,并将该寄生材料分散到适当的宿主材料中来获得橙到红光。也可以通过金属络合物例如二(8-羟基喹啉)锌(缩写为 Znq_2)或二[2-苯乙烯醛基-8-羟基喹啉]锌(缩写为 Znsq_2)来提供光。也可以使用聚合物例如聚(3-烷基噻吩)。

[0079] 要注意的是,在上述结构中,适当的宿主材料只需要具有比发光有机化合物的波长更短一些或比发光有机化合物的能隙更大一些的发射色。尤其是,该适当的宿主材料可以从上述实例中所述的空穴传输材料或电子传输材料中选出。可以选择,也可以使用 4,4'-二(N-咔唑基)联苯(缩写为 CBP)、4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯胺(缩写为 TCTA)、1,3,5-三[(4-(N-咔唑基)苯基]苯(缩写为 TCPB)等。

[0080] 在本发明的发光元件中作为阳极(第一阳极 111 和第二阳极 121)材料优选的是具有高功函的导电材料。在通过第一阳极 111 提取光的情况下,可以将透明导电材料例如氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)、氧化锌(ZnO)或用二氧化硅掺杂的氧化铟锡用于第一阳极 111。在将第一阳极 111 侧用来防护光的情况下,可以将 TiN、ZrN、Ti、W、Ni、Pt、Cr 等的单层膜;氮化钛膜的层压膜以及包含主要成份为铝的膜;氮化钛膜的三层结构,包含主要成份为铝的膜,以及另一层氮化钛膜等用于第一阳极 111。可以选择,可以通过在 Ti、Al 等的反射电极上层压上述透明导电材料来形成第一阳极 111。第二阳极 121 需要传输光,其可以使用透明导电材料例如 ITO、IZO 或 ZnO 外,还可以使用上述掺杂有具有受体性能的材料空穴传输化合物(尤其是,芳香族胺基化合物)来形成。尤其是,可以将受体 2,3,5,6-四氟代-7,7,8,8-四氰基喹啉并二 4 苯基异氰酸甲烷(缩写为 $\text{F}_4\text{-TCNQ}$)掺杂的 VOPc 或使用受体 MoO_x 掺杂的 $\alpha\text{-NPD}$ 用于第二阳极 121。

[0081] 作为阴极(第一阴极 113 和第二阴极 123)材料,优选使用具有低功函的导电材料。尤其是,除可以使用碱金属例如 Li 或 Cs,碱土金属例如 Mg、Ca 或 Sr 或包括金属(Mg:Ag, Al:Li 等)的合金外,还可以使用稀土金属例如 Yb 或 Er 来形成阴极。在使用 LiF、CsF、 CaF_2 、 Li_2O 等的电子注入层的情况下,可以使用典型的铝等的导电薄膜。在通过第二阴极 123 提取光的情况下,可以使用包括碱金属例如 Li 或 Cs 和碱土金属例如 Mg、Ca 或 Sr 的超薄膜和透明导电膜(ITO、IZO 或 ZnO 等)的层压结构。可以选择,上述电子传输材料可以用具有施主性能的材料(碱金属、碱土金属等)掺杂,并且透明导电膜(ITO、IZO 或 ZnO 等)可以在其上面层压。第一阴极 113 需要传输光,并且上述电子传输材料可以用具有施主性能的材料(碱金属、碱土金属等)掺杂。尤其是,可以使用由施主锂掺杂的 BCP 或由施主锂掺杂的

Alq₃。

[0082] 要注意的是,层压每个发光层的方法并不特别局限于制造本发明的上述发光元件。只有可以进行层压,可以选择任一方法例如真空蒸发法、旋涂法、喷墨法或浸涂法。

[0083] [实施例]

[0084] 以下描述本发明的实施例。

[0085] [实施例 1]

[0086] 参考图 5,在实施例中详细描述了本发明的元件结构和发光元件的制造方法。

[0087] 制备提供厚度为 110nm 的氧化铟锡 (ITO) 膜的玻璃基底 500。在本实施例中该提供的 ITO 膜用做第一阳极 511。

[0088] 提供有第一阳极 511 的玻璃基底 500 安装在真空蒸发装置中的基底支架上使得由第一阳极 511 提供的表面朝下。然后,采用真空蒸发法在第一阳极 511 上形成 20nm 厚的 CuPc 膜以形成空穴注入层 512。通过在真空蒸发装置提供的蒸发源中用电阻加热法切割 CuPc 进行真空蒸发。要注意的是,在本实施例中空穴注入层 512 也用作空穴传输层。

[0089] 第一发光元件 510 的发光层 513 形成在空穴注入层 512 上。在本实施例中,第一发光元件 510 的发光层 513 包括第一发光层 513-1 和第二发光层 513-2。第一发光层 513-1 和第二发光层 513-2 接触。

[0090] 第一发光层 513-1 包括 α -NPD 和二萘嵌苯,并且用 α -NPD 和二萘嵌苯作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 α -NPD 中包括 3 质量%的二萘嵌苯。厚度是 30nm。在第一发光层 513-1 中,二萘嵌苯用作发射蓝到蓝绿光的发光有机化合物。

[0091] 第二发光层 513-2 包括 DNA 和 DCM2,并用 DNA 和 DCM2 作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 DNA 中包括 0.1 质量%的 DCM2。厚度是 30nm。在第二发光层 513-2 中,DCM2 用作发射黄到橙光的发光有机化合物。

[0092] 接着,在第一发光元件 510 的发光层 513 上形成厚度为 10nm 的 BCP 膜以形成电子传输层 514。然后,在电子传输层 514 上形成厚度为 20nm 的 Alq₃ 膜以形成电子注入层 515。在形成空穴注入层 512 的情况下,这些层也是通过真空蒸发法形成的。

[0093] 而且,在电子注入层 515 上形成第一阴极 516。第一阴极 516 包括电子传输化合物 BCP 和为 BCP 提供施主性能的材料锂,并用 BCP 和锂作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 BCP 中包括 0.5 质量%的锂。厚度是 10nm。

[0094] 用这种方法形成第一发光元件 510 后,串联层压第二发光元件 520。第二阳极 521 通过形成厚度为 10nm 的 MoO_x 膜而形成。在形成空穴注入层 512 的情况下,也通过真空蒸发法形成第二阳极 521。

[0095] 接着,在第二阳极 521 上形成厚度为 50nm 的 α -NPD 膜以形成空穴注入层 522。要注意的是,在本实施例中,空穴注入层 522 也用作空穴传输层。在形成空穴注入层 512 的情况下,也通过真空蒸发法形成空穴注入层 522。

[0096] 第二发光元件的发光层 523 形成在空穴注入层 522 上。第二发光元件的发光层 523 包括 CBP 和 Ir(btp)₂(acac),并且用 CBP 和 Ir(btp)₂(acac) 作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 CBP 中包括 8 质量%的 Ir(btp)₂(acac)。厚度是 30nm。在第二发光元件的发光层 523 中,Ir(btp)₂(acac) 用作发射不同于第一发光元件的颜色的发光有机化合物。

[0097] 在第二发光元件的发光层 523 上形成厚度为 10nm 的 BCP 膜以形成电子传输层 524。在电子传输层 524 上形成厚度为 20nm 的 Alq_3 膜以形成电子注入层 525。在形成空穴注入层 512 的情况下,这些层也是通过真空蒸发法形成的。

[0098] 在电子注入层 525 上形成第二阴极 526。第二阴极 526 包括电子传输化合物 BCP 和为 BCP 提供施主性能的材料锂,并用 BCP 和锂作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 BCP 中包括 0.5 质量%的锂。厚度是 10nm。第二阴极 526 还通过蒸发厚度为 150nm 的 Al 形成。

[0099] 由于如上所述形成的第一发光元件 510 具有发射蓝到蓝绿光的第一发光层和发射黄到橙光的第二发光层,其显示在蓝到蓝绿波长范围和黄到橙波长范围内具有两个波峰的发射光谱。由于第二发光元件 520 发射红光,其显示在不同于第一发光元件的位置具有一个波峰的发射光谱。

[0100] 因此,本实施例的发光元件,其中第一发光元件 510 和第二发光元件 520 串联层压,通过在第一阳极 511 和第二阴极 526 之间施加电压,可以提供广泛覆盖蓝到蓝绿波长范围、黄到橙波长范围以及红波长范围的广的白光。即使在三色光的任一色的亮度随时间恶化成随电流密度变化时,由于广谱作用,色度的改变相对较小。

[0101] [实施例 2]

[0102] 参考图 6,在实施例中详细描述了本发明的元件结构和发光元件的制造方法。

[0103] 制备提供厚度为 110nm 的氧化铟锡 (ITO) 膜的玻璃基底 600。在本实施例中该提供的 ITO 膜用做第一阳极 611。

[0104] 提供有第一阳极 611 的玻璃基底 600 安装在真空蒸发装置中的基底支架上使得由第一阳极 611 提供的表面朝下。然后,采用真空蒸发法在第一阳极 611 上形成 20nm 厚的 DNTPD 膜以形成空穴注入层 612。通过在真空蒸发装置提供的蒸发源中切割 DNTPD 和用电阻加热法蒸发 DNTPD 进行真空蒸发。

[0105] 接着,在空穴注入层 612 上形成厚度为 20nm 的 α -NPD 膜以形成空穴传输层 613。在形成空穴注入层 612 的情况下,也通过真空蒸发法形成空穴传输层 613。

[0106] 第一发光元件的发光层 614 形成在空穴传输层 613 上。在本实施例中,第一发光元件的发光层 614 包括第一发光层 614-1 和第二发光层 614-2。第一发光层 614-1 和第二发光层 614-2 接触。

[0107] 第一发光层 614-1 包括 α -NPD 和 TBP,并且用 α -NPD 和 TBP 作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 α -NPD 中包括 1 质量%的 TBP。厚度是 10nm。在第一发光层 614-1 中,TBP 用作发射蓝到蓝绿光的发光有机化合物。

[0108] 第二发光层 614-2 包括 α -NPD 和 DCM2,并用 α -NPD 和 DCM2 作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 α -NPD 中包括 1 质量%的 DCM2。厚度是 10nm。在第二发光层 614-2 中,DCM2 用作发射黄到橙光的发光有机化合物。

[0109] 接着,在第一发光层的发光层 614 上形成厚度为 20nm 的 BA1q 膜以形成电子传输层 615。然后,在电子传输层 615 上形成厚度为 30nm 的 Alq_3 膜以形成电子注入层 616。在形成空穴注入层 612 的情况下,这些层也是通过真空蒸发法形成的。

[0110] 而且,在电子注入层 616 上形成第一阴极 617。第一阴极 617 包括电子传输化合物 BCP 和为 BCP 提供施主性能的材料锂,并用 BCP 和锂作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,

进行调整使得在 BCP 中包括 0.5 质量%的锂。厚度是 10nm。

[0111] 用这种方法形成第一发光元件 610 后,串联层压第二发光元件 620。第二阳极 621 包括空穴传输化合物 α -NPD 和为 α -NPD 提供施主性能的材料 MoOx,并用 α -NPD 和 MoOx 作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 α -NPD 中包括 25 质量%的 MoOx。厚度是 50nm。

[0112] 接着,在第二阳极 621 上形成厚度为 25nm 的 α -NPD 膜以形成空穴注入层 622。在形成空穴注入层 612 的情况下,空穴注入层 622 也是通过真空蒸发法形成的。要注意的是,在本实施例中,空穴注入层 622 也用作空穴传输层。

[0113] 第二发光元件的发光层 623 形成在空穴注入层 622 上。在本实施例中,第二发光元件的发光层 623 包括第三发光层 623-1 和第四发光层 623-2。第三发光层 623-1 和第四发光层 623-2 接触。

[0114] 第三发光层 623-1 包括 α -NPD 和 BisDCM,并用 α -NPD 和 BisDCM 作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 α -NPD 中包括 2 质量%的 BisDCM。厚度是 15nm。在第三发光层 623-1 中,BisDCM 用作发射橙到红(尤其是红)光的发光有机化合物。

[0115] 通过形成厚度为 20nm 的 Ga(mq)₂Cl 膜形成第四发光层 623-2。在形成空穴注入层 622 的情况下,第四发光层 623-2 也是通过真空蒸发法形成的。在第四发光层 623-2 中,Ga(mq)₂Cl 用作发射蓝绿到绿(尤其是翡翠绿)光的发光有机化合物。

[0116] 在第二发光元件的发光层 623 上形成具有厚度为 55nm 的 Alq₃ 膜以形成电子注入层 624。在形成空穴注入层 612 的情况下,电子注入层 624 也是通过真空蒸发法形成的。要注意的是,在本实施例中,电子注入层 624 也用作电子传输层。

[0117] 在电子注入层 624 上形成第二阴极 625。第二阴极 625 包括电子传输化合物 BCP 和为 BCP 提供施主性能的材料锂,并用 BCP 和锂作为蒸发源通过共蒸发法形成。同时,进行调整使得在 BCP 中包括 0.5 质量%的锂。厚度是 10nm。第二阴极 625 还通过蒸发厚度为 150nm 的 Al 形成。

[0118] 由于如上所述形成的第一发光元件 610 具有发射蓝到蓝绿光的第一发光层和发射黄到橙光的第二发光层,其显示在蓝到蓝绿波长范围和黄到橙波长范围内具有两个波峰的发射光谱。由于第二发光元件 620 具有发射蓝绿到绿光的第三发光层和发射橙到红光的第四发光层,其显示在射蓝绿到绿波长范围和橙到红波长范围内具有两个波峰的发射光谱。

[0119] 因此,本实施例的发光元件,其中第一发光元件 610 和第二发光元件 620 串联层压,通过在第一阳极 611 和第二阴极 625 之间施加电压,可以提供覆盖蓝到蓝绿波长范围、黄到橙波长范围、蓝绿到绿波长范围以及橙到红波长范围,即几乎整个可见光范围的广的白光。尤其是,巨大的优势是可以在只使用第一发光元件用白色无法获得的足够的亮度的翡翠绿和红波长范围内实现足够的亮度。即使在四色光的任一色的亮度随时间恶化或随电流密度变化时,由于广谱作用,色度的改变相对较小。

[0120] [实施例 3]

[0121] 在本实施例中,参考图 7A 和 7B 描述具有本发明的发光元件的发光装置。要注意的是,图 7A 是发光装置的顶视图,图 7B 是从线 A-A' 截取的横截面图。用虚线示出的附图标记 701 表示驱动电路部分(源侧驱动电路);702,像素部分以及 703,驱动电路部分(门

侧驱动电路)。附图标记 704 表示密封基板;705,密封剂以及 707,由密封剂 705 包围的空间。

[0122] 附图标记 708 表示用来传输要输入到源侧驱动电路 701 和门侧驱动电路 703 的信号配线并且用来接收来自外部输入端 FPC(柔性印刷电路)709 的视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。要注意的是,这里只示出 FPC;然而,也可以用印刷线路板(PWB)来提供 FPC。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置本身还包括附有 FPC 或 PWB 的发光装置。

[0123] 接着,参考图 7B 描述横截面结构。驱动电路部分和像素部分形成在元件基板 710 上。这里,示出了作为驱动电路部分的源侧驱动电路 701 和像素部分 702。

[0124] 要注意的是,结合 n-通道 TFT 723 和 p-通道 TFT 724 的 CMOS 电路形成成为源侧驱动电路 701。形成驱动电路的电路可以用熟知的 CMOS 电路、PMOS 电路或 NMOS 电路形成。在本实施例中描述驱动集成样式,在该驱动集成样式中驱动电路形成在健全的(sane)基板上,但这并不是排它的,驱动电路可以形成在基板的外侧。

[0125] 像素部分 702 具有多个像素,每个像素包括切换 TFT 711、电流控制 TFT 712 以及电连接到电流控制 TFT 712 的接地部分的阳极 713。要注意的是,形成绝缘体 714 以覆盖阳极 713 的一个端部。这里,将正类型光敏丙烯酸树脂薄膜用作绝缘体 714。

[0126] 为提高形成的薄膜的覆盖率,形成在其上端或下端具有曲面的绝缘体 714。例如,在使用正类型光敏丙烯酸树脂作为绝缘体 714 材料的情况下,优选形成只在上端具有曲率半径(0.2 μm 到 3 μm)的曲面的绝缘体 714。也可以使用通过光在蚀刻剂中变得不溶解的负类型或通过光在蚀刻剂中变得溶解的正类型作为绝缘体 714。不仅有机化合物而且无机化合物例如二氧化硅或氮氧化硅也可以使用。

[0127] 发光元件 715 和阴极 716 可以形成在阳极 713 上。这里,优选使用具有高功函的材料作为阳极 713 的材料。例如,阳极 713 可以通过使用单层膜例如 IT0(氧化铟锡)膜、ITS0(二氧化硅铟锡)膜、IZO(氧化铟锌)膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn 膜或 Pt 膜;氮化钛膜和包含主要成份为铝的膜的层压层;或氮化钛膜、包含主要成份为铝的膜以及另一层氮化钛膜的三层结构形成。在由 IT0 膜和连接到阳极 713 的电流控制 TFT 712 的配线形成的阳极 713 具有氮化钛膜和包含主要成份为铝的膜的层压层结构或氮化钛膜、包含主要成份为铝的膜以及另一层氮化钛膜的三层结构时,由于配线和与 IT0 膜的良好欧姆接触,该配线可以具有低的阻抗。而且,可以将阳极 713 用作阳极。阳极 713 可以由与本发明的发光元件 715 中的第一阳极相同的材料形成。可以选择,阳极 713 可以与发光元件 715 的第一阳极整体形成。

[0128] 本发明的发光元件 715 具有图 1A 和 1B 所示的第一发光元件 110 和第二发光元件 120 的层压结构。尤其是,发光元件 715 具有与实施方式、实施例 1 和实施例 2 相似的结构。

[0129] 阴极 716 可以由具有低功函的材料(Al、Ag、Li、Ca 或其合金例如 MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂ 或 CaN)形成;然而,对其没有特别限制。通过选择合适的电子注入材料,可以使用各种导电膜。在从本发明的发光元件 715 发出的光通过阴极 716 传输的情况下,可以想象,阴极 716 由通过层压厚度薄的金属薄膜和 IT0(氧化铟锡)、ITS0(二氧化硅铟锡)、氧化铟-氧化锡(In₂O₃-ZnO)、氧化锌(ZnO)等透明导电膜形成。阴极 716 可以由与本发明的发光元件 715 中的第二阴极相同的材料形成。可以选择,阴极 716 可以与发光元件 715 的第二阴极整体形成。

[0130] 通过将密封基板 704 用密封剂 705 附着到元件基板 710, 在由元件基板 710、密封基板 704 和密封剂 705 包围的空间 707 中提供发光元件 715。要注意的是, 空间 707 可以用密封剂 705 也可以用惰性气体 (氮、氩等) 填满。

[0131] 要注意的是, 优选使用环氧基树脂作为密封剂 705。该材料优选使得尽可能少的水分和氧渗透。作为密封基板 704, 除了玻璃基板或石英基板外, 还可以使用由 FRP (玻璃纤维增强塑料)、PVF (聚氟乙烯)、麦拉、聚酯、丙烯酸等形成的塑料基板。

[0132] 如上所述, 可以提供具有本发明的发光元件的发光装置。

[0133] 要注意的是, 在本发明中所述的发光装置可以与实施方式、实施例 1 和实施例 2 中所述的发光元件的结构很自由地结合。而且, 如果需要, 可以在本实施例中所述的发光装置中使用色度转换膜例如滤色镜。

[0134] [实施例 4]

[0135] 参考图 8A 到 8E, 在本实施例中描述通过使用本发明的发光元件完成的各种电子装置。

[0136] 使用具有本发明的发光元件的发光装置制成的电子装置的实例可以给出如下: 电视机、照相机例如摄像机和数码相机、护目镜型显示器 (热安装显示器)、导航系统、自动重放装置 (汽车音响、音频组件等)、个人电脑、游戏机、个人数码助手 (移动计算机、蜂窝式电话、便携式游戏机、电子书等)、包括记录媒体 (尤其是, 能够重访记录媒体的装置例如数字化视频光盘 (DVD) 以及具有可以显示图像的显示器) 的图像重放装置、照明装置等。在图 8A 到 8E 示出了这些电子装置的实施例。

[0137] 图 8A 示出了显示器, 其包括底盘 8001、支撑部分 8002、显示部分 8003、扬声器部分 8004、视频输出端 8005 等。作为显示部分 8003, 该显示器通过使用根据本发明形成的发光装置制成。该显示器包括用于显示信息, 包括个人电脑、TV 广播接收、广告等的所有显示器。

[0138] 图 8B 示出了便携式个人电脑, 其包括主体 8101、底盘 8102、显示部分 8103、键盘 8104、外连接部分 8105、指示鼠标 8106 等。该便携式个人电脑如显示部分 8103 那样, 通过使用具有本发明的发光元件的发光装置制成。

[0139] 图 8C 示出了摄像机, 其包括主体 8201、显示部分 8202、底盘 8203、外连接部分 8204、摇控接收部分 8205、图像接收部分 8206、电池 8207、视频输入部分 8208、操作键 8209、目镜部分 8210 等。该摄像机如显示部分 8202 那样, 通过使用具有本发明的发光元件的发光装置制成。

[0140] 图 8D 示出了台灯装置, 其包括发光部分 8301、罩 8302、可调臂 8303、支撑杆 8304、底座 8305、电源开关 8306。该台灯装置如发光部分 8301 那样, 通过使用具有本发明的发光元件的发光装置制成。要注意的是, 该照明装置包括最高限制固定的照明装置, 壁装式照明装置等。

[0141] 图 8E 示出了蜂窝式电话, 其包括主体 8401、底盘 8402、显示部分 8403、音频输入部分 8404、音频输出部分 8405、操作键 8406、外连接部分 8407、天线 8408 等。该蜂窝式电话如显示部分 8403 那样, 通过使用具有本发明的发光元件的发光装置制成。

[0142] 如上所述, 可以提供使用本发明的发光元件的电子装置或照明装置。具有本发明的发光元件的发光装置的应用范围特别宽, 而且该发光装置可以用于所有领域中的电子装置。

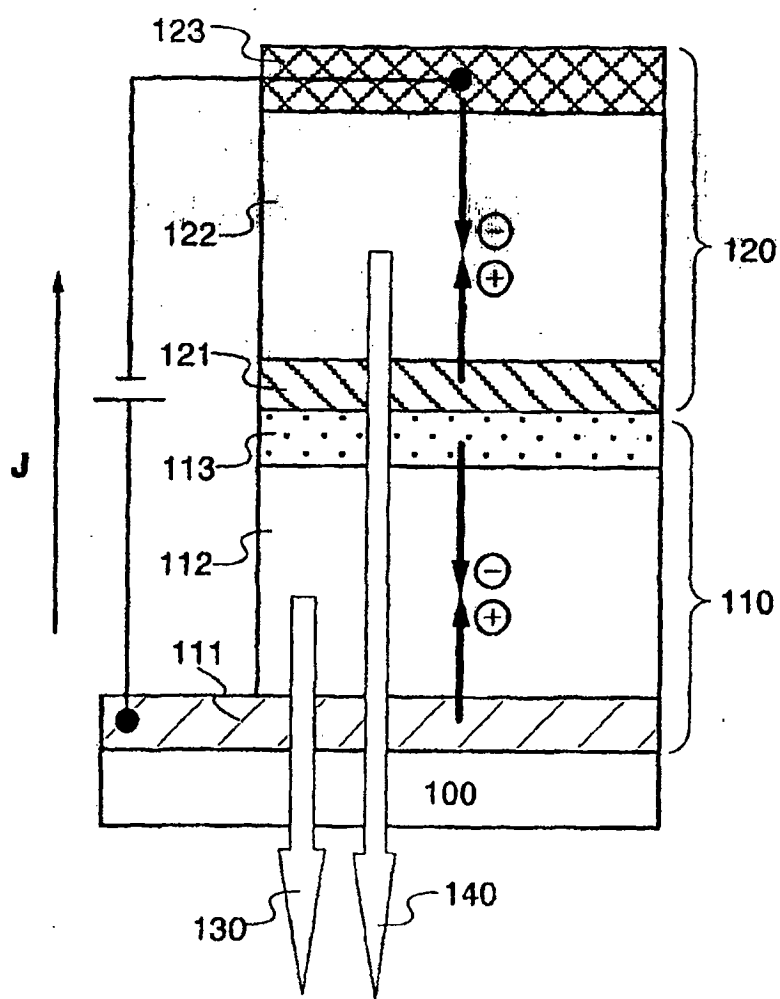


图 1A

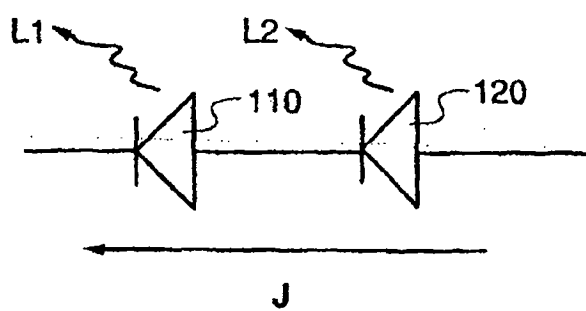


图 1B

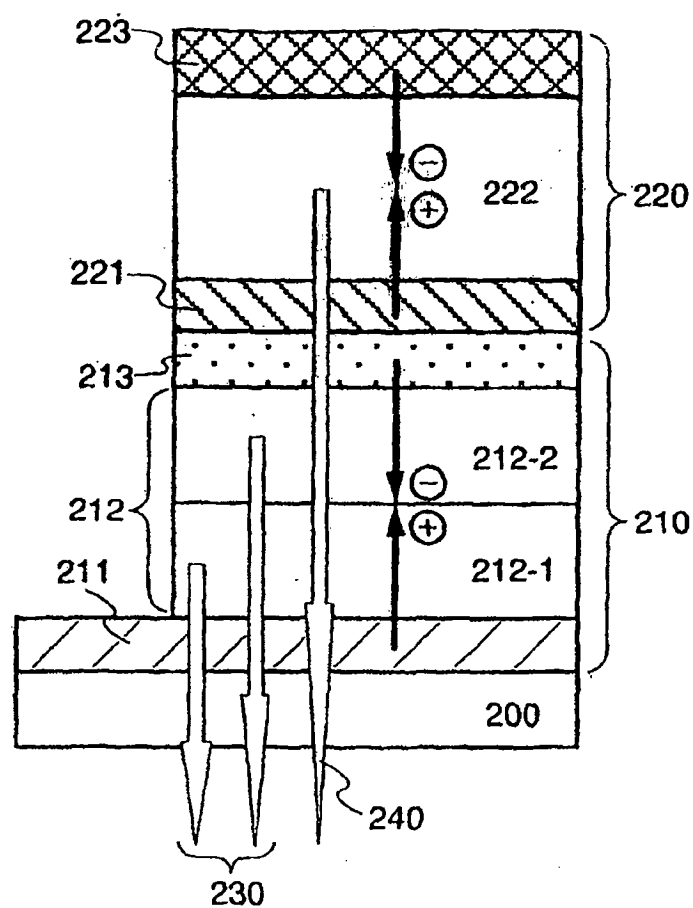


图 2A

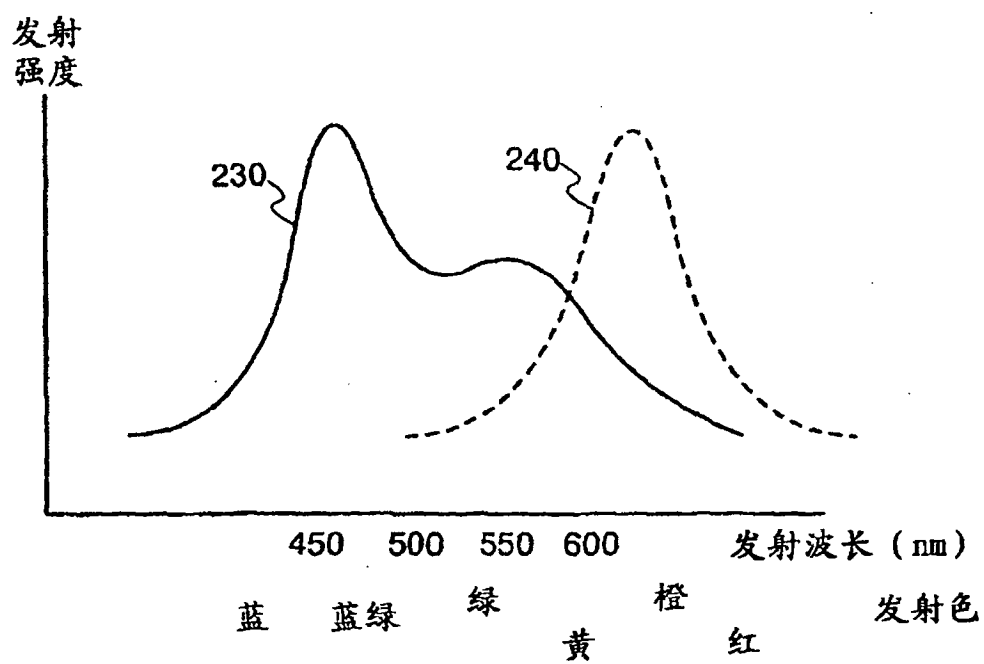


图 2B

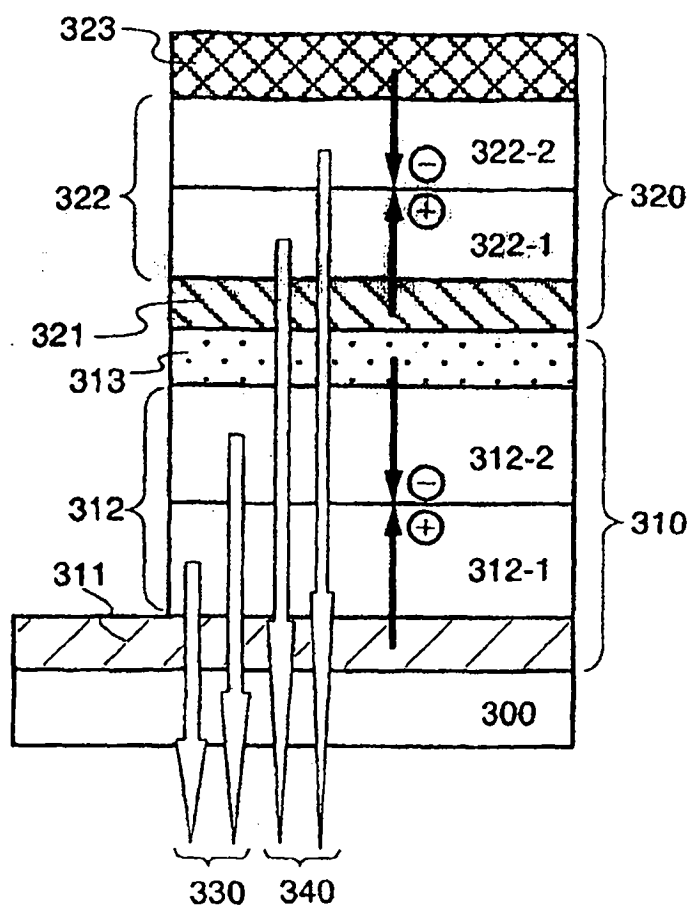


图 3A

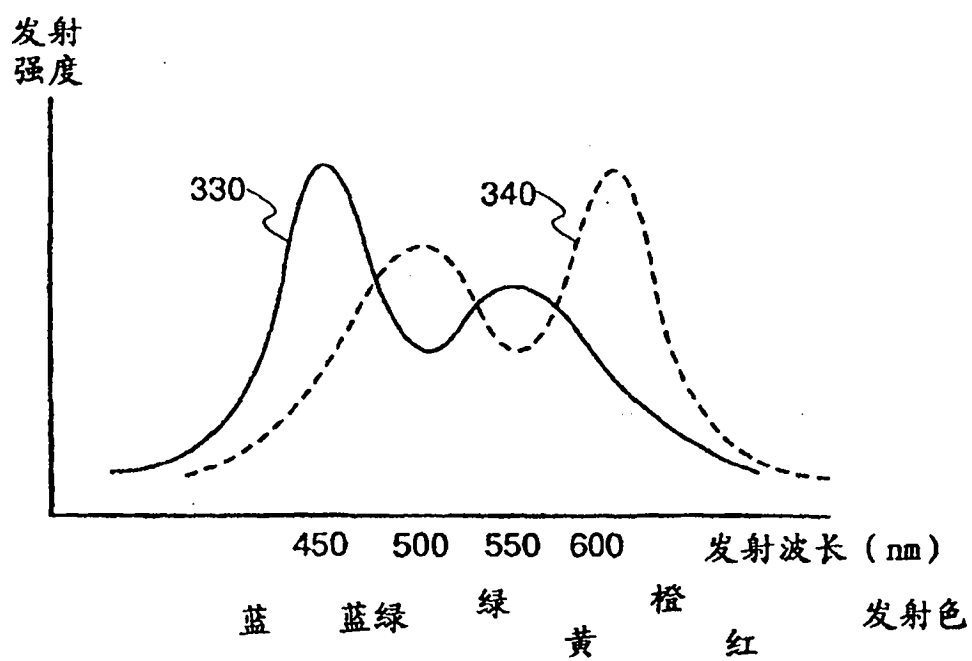


图 3B

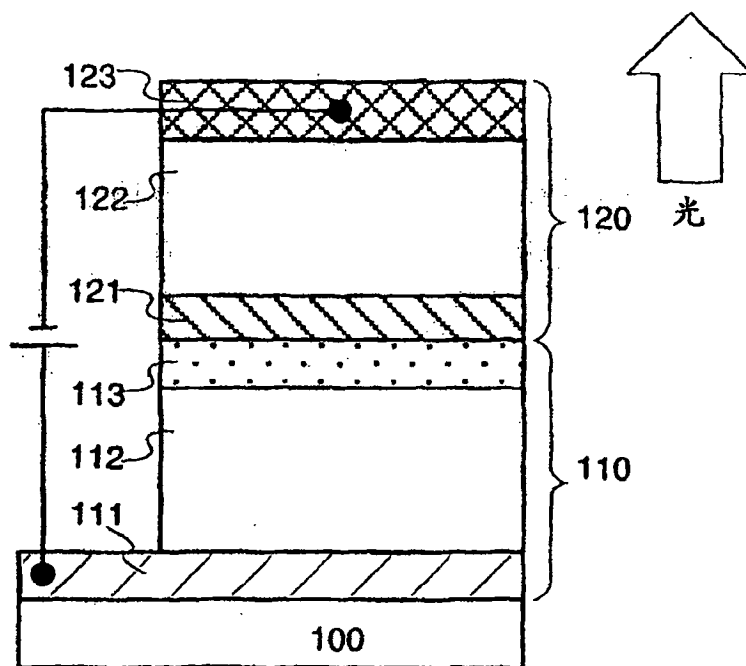


图 4A

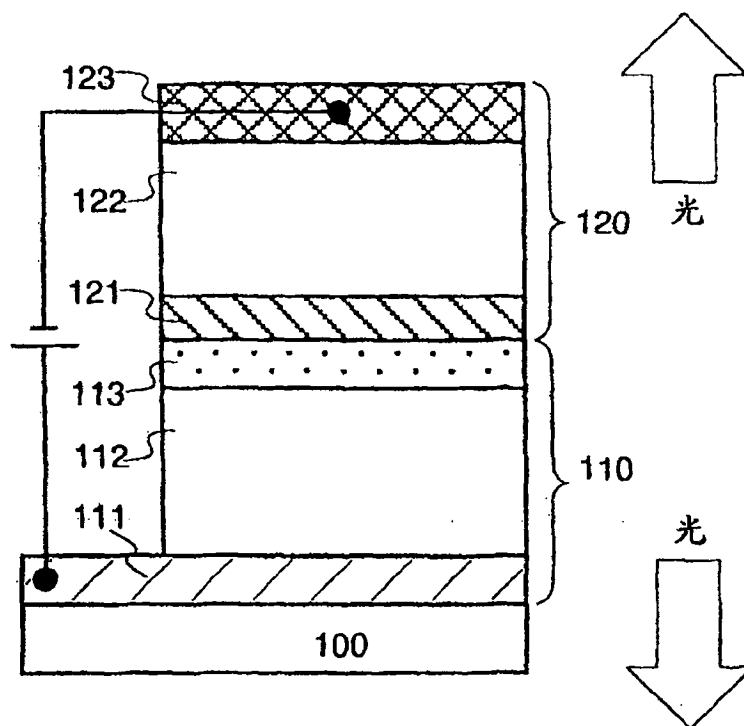


图 4B

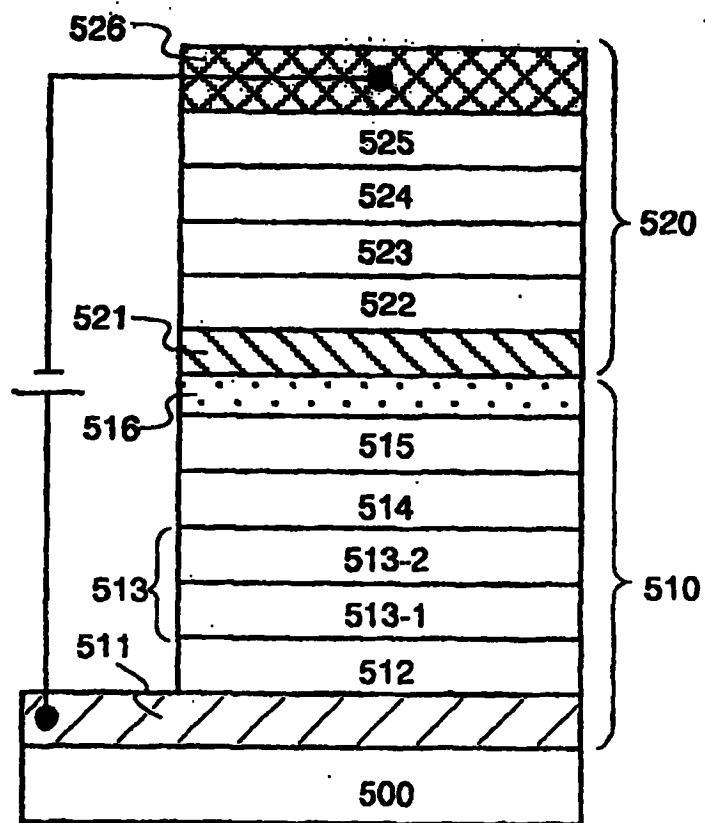


图 5

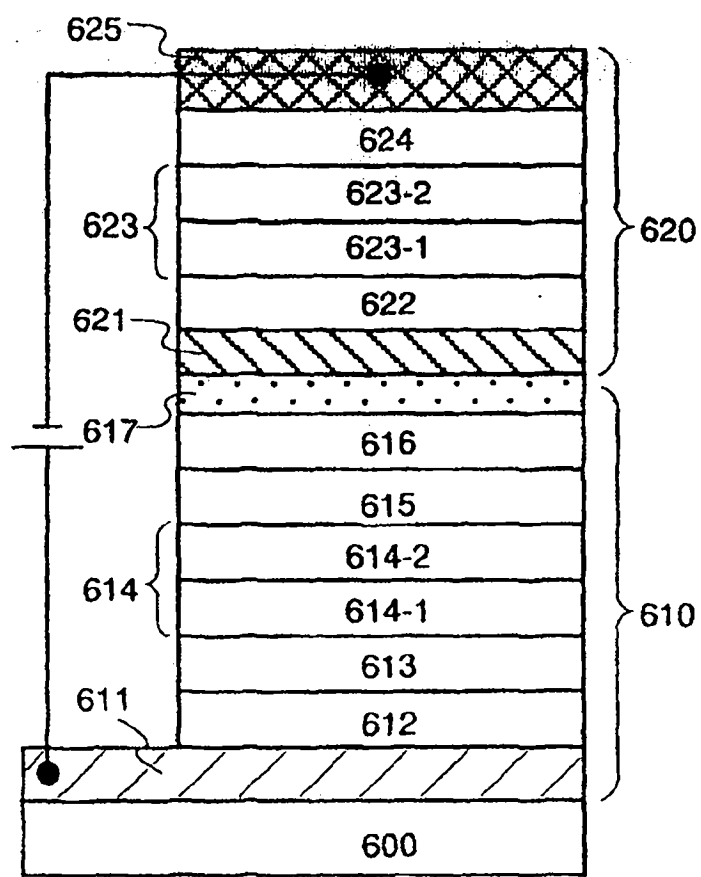


图 6

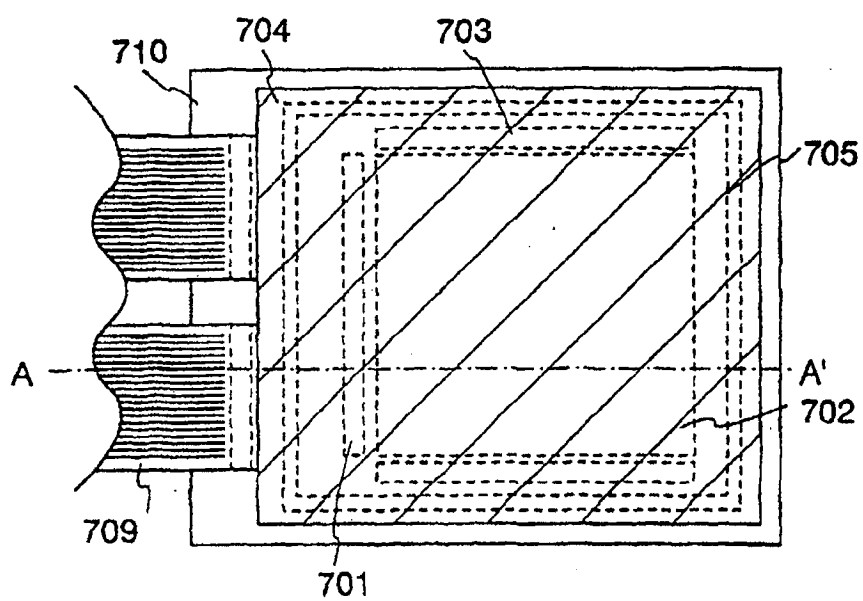


图 7A

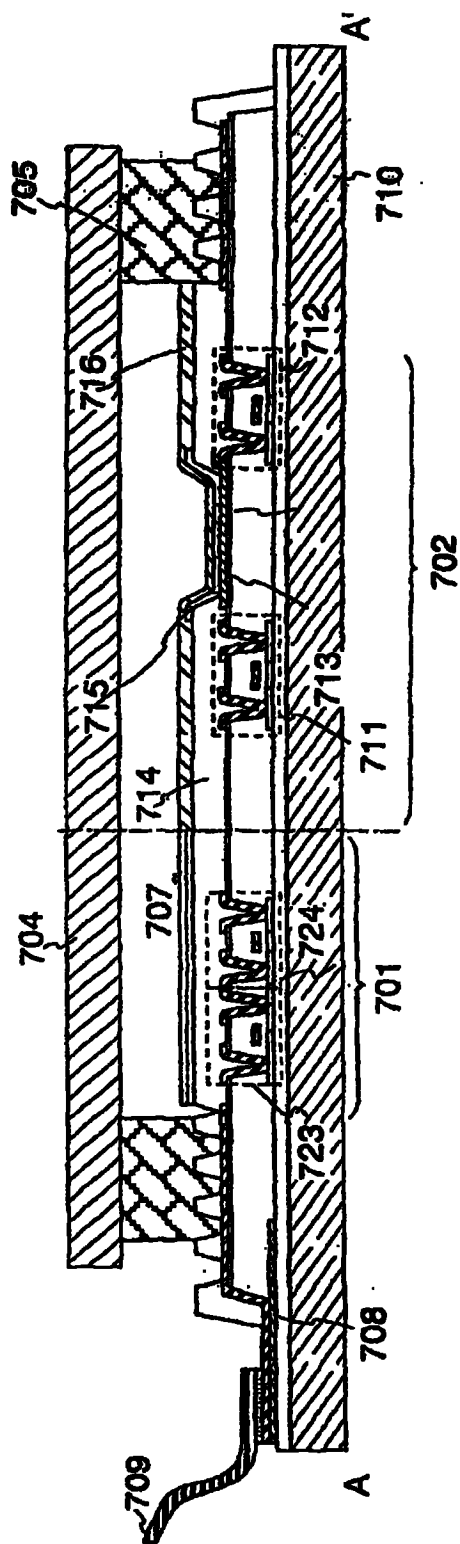


图 7B

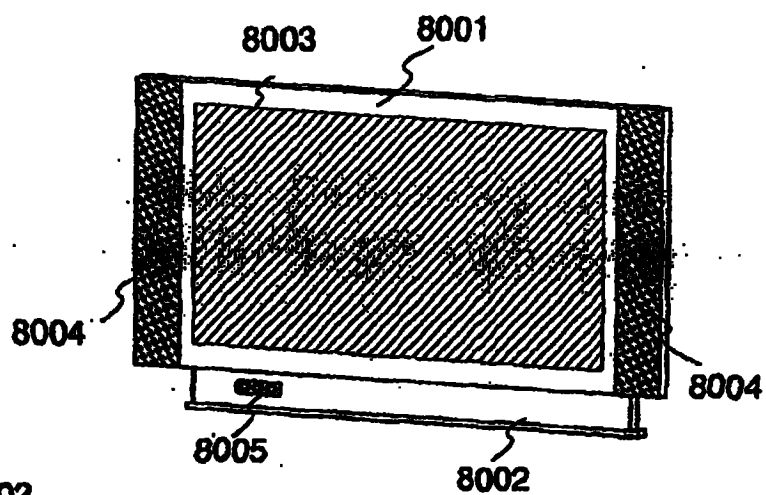


图 8A

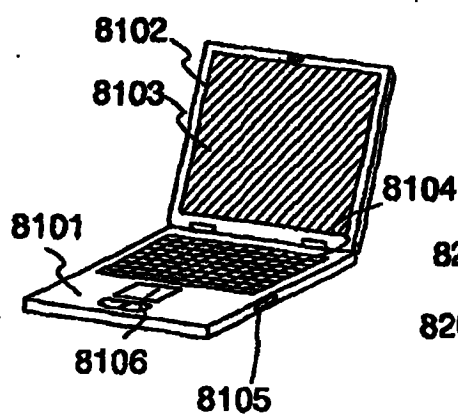


图 8B

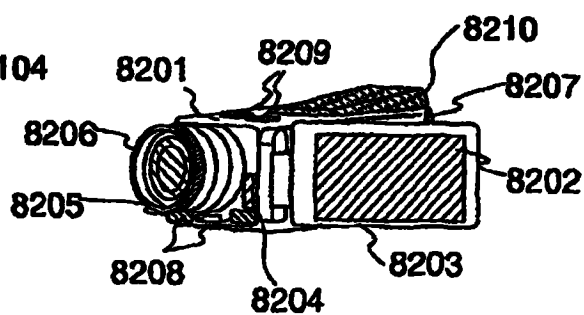


图 8C

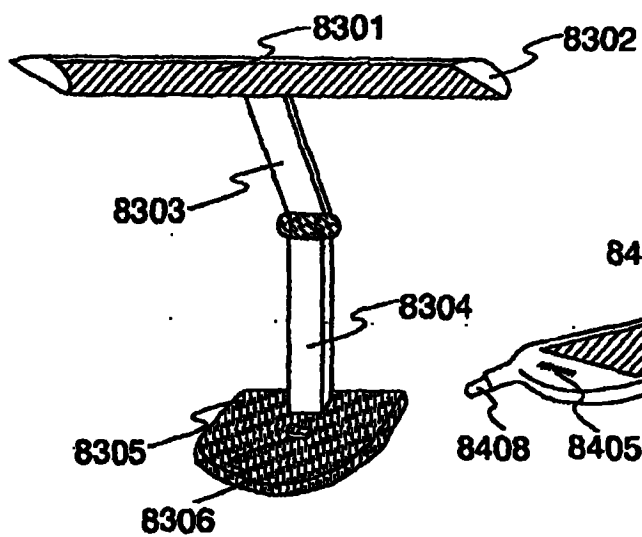


图 8D

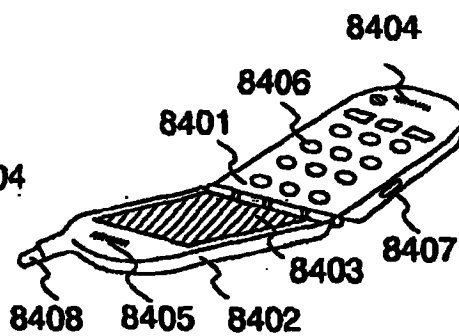


图 8E

附图标记

100: 基板, 110: 第一发光元件, 111: 第一阳极, 112: 发光层, 113: 第一阴极, 120: 第二发光元件, 121: 第二阳极, 122: 发光层, 123: 第二阴极, 130: 第一光线, 140: 第二光线, 200: 基板, 210: 第一发光元件, 211: 第一阳极, 212: 发光层, 212-1: 第一发光层, 212-2: 第二发光层, 213: 第一阴极, 220: 第二发光元件, 221: 第二阳极, 222: 发光层, 223: 第二阴极, 230: 第一光线, 240: 第二光线, 300: 基板, 310: 第一发光元件, 311: 第一阳极, 312: 发光层, 312-1: 第一发光层, 312-2: 第二发光层, 313: 第一阴极, 320: 第二发光元件, 321: 第二阳极, 322: 发光层, 322-1: 第三发光层, 322-2: 第四发光层, 323: 第二阴极, 330: 第一光线, 340: 第二光线, 500: 基板, 510: 第一发光元件, 511: 第一阳极, 512: 空穴注入层, 513: 发光层, 513-1: 第一发光层, 513-2: 第二发光层, 514: 电子传输层, 515: 电子注入层, 516: 第一阴极, 520: 第二发光元件, 524: 电子传输层, 525: 电子注入层, 526: 第二阴极, 600: 玻璃基板, 610: 第一发光元件, 611: 第一阳极, 612: 空穴注入层,

613: 空穴传输层, 614: 发光层, 614-1: 第一发光层, 614-2: 第二发光层, 615: 电子传输层, 616: 电子注入层, 617: 第一阴极, 620: 第二发光元件, 621: 第二阳极, 622: 空穴注入层, 623: 发光层, 623-1: 第三发光层, 623-2: 第四发光层, 624: 电子注入层, 625: 第二阴极, 701: 源侧驱动电路, 702: 像素部分, 703: 门侧驱动电路, 704: 密封基板, 705: 密封剂, 707: 空间, 709: FPC (柔性印刷电路), 710: 元件基板, 711: 切换 TFT, 712: 电流控制 TFT, 713: 阳极, 714: 绝缘体, 715: 发光元件, 716: 阴极, 723: N-通道 TFT, 724: P-通道 TFT, 8001: 底盘, 8002: 支撑部分, 8003: 显示部分, 8004: 扬声器部分, 8005: 视频输入端, 8101: 主体, 8102: 底盘, 8103: 显示部分, 8104: 键盘, 8105: 外连接部分, 8201: 主题, 8202: 显示部分, 8203: 底盘, 8204: 外连接部分, 8205: 摇控接收部分, 8206: 图像接收部分, 8207: 电池, 8208: 音频输入部分, 8209: 操作键, 8301: 发光部分, 8302: 罩, 8303: 可调臂, 8304: 支撑杆, 8305: 底座, 8306: 电源开关, 8401: 主体, 8402: 底盘, 8403: 显示部分, 8404: 音频输入部分, 8405: 音频输出部分, 8406: 操作键, 8407: 外连接部分以及 8408: 天线。