

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101558348 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 200780040324. 6

(22) 申请日 2007. 10. 01

(30) 优先权数据

60/848, 581 2006. 09. 29 US

60/930, 225 2007. 05. 14 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 04. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/080104 2007. 10. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02008/042859 EN 2008. 04. 10

(73) 专利权人 佛罗里达大学研究基金公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 F·索

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 于静

(51) Int. Cl.

G02B 23/12(2006. 01)

H01L 31/055(2006. 01)

H01L 27/30(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5315129 A, 1994. 05. 24, 说明书第 8 栏第

10-47 行、第 5 栏第 53-60 行, 附图 4-6.

JP 7-175420 A, 1995. 07. 14, 说明书第 0065, 0067 段.

WO 2005/101530 A1, 2005. 10. 27, 说明书第 13 页第 14 行 - 第 14 页第 13 行、说明书第 5 页第 3-5 行, 第 9-14 行, 第 18 页第 22 行 - 第 19 页第 2 行, 第 13 页第 14 行 - 第 14 页第 8 行, 第 1 页第 23 行, 说明书第 26 页第 9-11 段, 第 17 页第 1-3 行、附图 1, 2.

WO 2005/101530 A1, 2005. 10. 27, 说明书第 13 页第 14 行 - 第 14 页第 13 行、说明书第 5 页第 3-5 行, 第 9-14 行, 第 18 页第 22 行 - 第 19 页第 2 行, 第 13 页第 14 行 - 第 14 页第 8 行, 第 1 页第 23 行, 说明书第 26 页第 9-11 段, 第 17 页第 1-3 行、附图 1, 2.

HOPEWELL JUNCTION, N. Y. & ALLENTOWN, Pa.. OLED Display for Thermal Imaging Helmet. 《Military & Aerospace Electronics Online Article》. 2003, 第 2 段.

LUO H ET AL. Optical upconverter with integrated heterojunction phototransistor and light-emitting diode. 《APPLIED PHYSICS LETTERS》. 2006, 第 88 卷 (第 7 期), 073501-1 至 073501-3.

审查员 于子江

权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

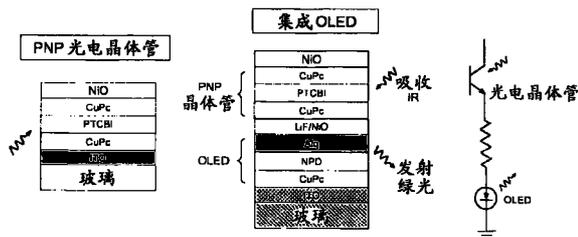
用于红外检测和显示的方法和设备

(57) 摘要

本发明实施例涉及用于红外检测的方法和设备。可以利用有机层形成用于检测 IR 辐射的光电晶体管。IR 检测器的波长范围可以通过包含对不同波长的光子敏感的材料而调节。可以在吸收层中包含这样的材料的量子点, 所述材料对具有与光电晶体管的吸收层的基质有机材料不同波长的光子敏感, 从而增强具有与量子点的材料相关的波长的光子的吸收。可以使用光电导体结构替代光电晶体管。所述光电导体可以包含 PbSe 或 PbS 量子点。光电导体可以包含有机材料和 OLED 结构

的部分。检测的 IR 图像可以显示给用户。有机材料可以被用于形成有机发光器件。

CN 101558348 B



1. 一种红外检测器,包括:
吸收层;
发光层,其中所述吸收层和发光层中的至少一个包括有机材料;
有机发光二极管,其中所述有机发光二极管包含所述发光层;
对红外光透明的第一电极;以及
第二电极,
其中,待检测的红外光通过对红外光透明的所述第一电极并进入所述吸收层,
其中,在所述吸收层中吸收所述红外光以产生电荷载流子,
其中,所述电荷载流子被注入到所述有机发光二极管中以产生光子,
其中,所产生的光子通过所述第二电极,
其中,所述第二电极对所述产生的光子透明,
其中,所述产生的光子在可见范围内,且
其中,通过所述第二电极的所述产生的光子产生可见的输出图像,所述输出图像对应于入射在所述第一电极上的红外图像。
2. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述红外检测器包括光电晶体管,其中所述光电晶体管包含所述吸收层。
3. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述红外检测器包括光电导体,其中所述光电导体包含所述吸收层。
4. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述吸收层包含下述材料的量子点和所述有机材料:该材料对具有与所述吸收层的所述有机材料不同的波长的光子敏感。
5. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述发光层包含下述材料的量子点和所述有机材料:该材料与其波长不同于所述发光层的所述有机材料的波长的光子的发射相关联。
6. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述红外检测器包括用于向用户显示所述输出图像的显示器,其中所述显示器包含所述有机发光二极管。
7. 根据权利要求6的红外检测器,其中所述红外检测器包括光电晶体管,其中所述光电晶体管包含所述吸收层,其中所述光电晶体管和所述有机发光二极管串联。
8. 根据权利要求2的红外检测器,其中所述光电晶体管是PNP双极晶体管。
9. 根据权利要求2的红外检测器,其中所述光电晶体管是NPN双极晶体管。
10. 根据权利要求7的红外检测器,其中所述光电晶体管包括对红外光透明的所述第一电极,且其中所述有机发光二极管包括对所述产生的光子透明的所述第二电极。
11. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述吸收层包括PbSe量子点。
12. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述吸收层包括PTCBI。
13. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述发光层包括Alq3。
14. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述发光层包括CdSe量子点层。
15. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述吸收层包括PbS量子点。
16. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述吸收层包括有机材料,其中所述发光层包括无机材料。
17. 根据权利要求1的红外检测器,其中所述发光层包括有机材料,其中所述吸收层包括无机材料。

18. 根据权利要求 16 的红外检测器,其中所述红外检测器允许检测在 $1\mu\text{m}$ 至 $4\mu\text{m}$ 范围内的波长。

19. 根据权利要求 11 的红外检测器,其中所述红外检测器允许检测在 $1\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 范围内的波长。

20. 根据权利要求 19 的红外检测器,其中所述红外检测器包括光电导体,其中所述光电导体包含所述吸收层,其中所述光电导体和有机发光二极管串联。

21. 根据权利要求 20 的红外检测器,其中所述光电导体与所述有机发光二极管的空穴传输层直接接触。

22. 根据权利要求 1 的红外检测器,还包括:

光电晶体管,其中所述光电晶体管包含所述吸收层,并且其中所述光电晶体管包括:

所述第一电极;

第一晶体管层;

第二晶体管层;

第三晶体管层,其中所述第一晶体管层、所述第二晶体管层以及所述第三晶体管层形成双极晶体管;

第三电极,其中入射在所述第一电极上的红外光通过所述第一电极并在所述第二晶体管层中被吸收,其中所述电荷载流子由所吸收的光子产生并通过所述第一和第三电极而被收集以产生电流。

23. 一种检测红外的方法,包括:

提供红外检测器,其包括:

吸收层;

发光层,其中所述吸收层和发光层中的至少一个包括有机材料;

有机发光二极管,其中所述有机发光二极管包含所述发光层;

对红外光透明的第一电极;以及

第二电极,

使红外光入射在所述红外检测器上;以及

接收由所述发光层发射的光作为所述入射红外光的显示;

其中,待检测的红外光通过对红外光透明的所述第一电极并进入所述吸收层,

其中,在所述吸收层中吸收所述红外光以产生电荷载流子,

其中,所述电荷载流子被注入到所述有机发光二极管中以产生光子,

其中,所产生的光子通过所述第二电极,

其中,所述第二电极对所述产生的光子透明,

其中,所述产生的光子在可见范围内,且

其中,通过所述第二电极的所述产生的光子产生可见的输出图像,所述输出图像对应于入射在所述第一电极上的红外图像。

24. 一种夜视镜,包括:

衬底,当所述夜视镜被用户佩戴时,所述衬底位于用户的眼睛附近;

衬底上的薄层,其用于接收入射的红外图像并向用户输出对应于所述红外图像的可见图像;

其中所述薄层包括：

吸收层；

发光层，其中所述吸收层和发光层中的至少一个包括有机材料；

有机发光二极管，其中所述有机发光二极管包含所述发光层；

对红外光透明的第一电极；以及

第二电极，

其中，待检测的红外光通过对红外光透明的所述第一电极并进入所述吸收层，

其中，在所述吸收层中吸收所述红外光以产生电荷载流子，

其中，所述电荷载流子被注入到所述有机发光二极管中以产生光子，

其中，所产生的光子通过所述第二电极，

其中，所述第二电极对所述产生的光子透明，

其中，所述产生的光子在可见范围内，且

其中，通过所述第二电极的所述产生的光子产生可见的输出图像，所述输出图像对应于入射在所述第一电极上的红外图像。

25. 根据权利要求 24 的夜视镜，其中所述薄层包括光电晶体管，其中所述光电晶体管包含所述吸收层。

26. 根据权利要求 24 的夜视镜，其中所述薄层包括光电导体，其中所述光电导体包含所述吸收层。

用于红外检测和显示的方法和设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2007 年 5 月 14 日提交的美国申请 60/930, 225 和 2006 年 9 月 29 日提交的美国申请 60/848, 581 的优先权, 在此引入其包括任何附图、表格或图形的整体内容作为参考。

背景技术

[0003] 存在用于检测红外 (IR) 辐射的多种应用。IR 可以指波长长于可见光 ($> 0.7 \mu\text{m}$) 直到约 $14 \mu\text{m}$ 的辐射, 其中近 IR 是指波长为约 $0.7 \mu\text{m}$ 至约 $1.0 \mu\text{m}$ 的子集。一种应用是在具有低环境光的环境中检测 IR, 这种情况可能在例如夜晚发生。还可用于以对于用户可见的波长向用户显示检测的 IR 的图像。一种用于检测 IR 图像以及向用户显示检测的图像的常用装置是夜视镜 (night-vision goggles)。

[0004] 常规夜视镜是可能要求非常高的工作电压并且耗费数千美元的复杂电光器件。典型的夜视镜增强原有的光而不是依靠其自身的光源, 并且对于从可见光到红外的宽光谱敏感。被称为物镜的常规透镜捕获包括一些近红外光的环境光。聚集的光然后被发送到图像增强管。该管向图像管元件输出例如约 5000 伏的高电压。图像增强管具有光电阴极, 其用于将光能的光子转换成电子。通过在所述管中使用微通道板 (MCP), 当电子通过所述管时, 从管中的原子释放出类似的电子, 从而将电子的原始数目增加数千倍。当来自光电阴极的电子击中 MCP 的第一电极时, 他们通过在电极对之间传送的 5000V 的脉冲 (burst) 而被加速进入玻璃微通道。当电子通过微通道时, 利用称为级联二次发射的过程使得在每个通道中释放数千的其他电子。这些新电子也与其他原子碰撞, 产生链反应, 导致其中只进入数个电子的通道中留下数千电子。在图像增强管的末端, 电子击中涂布有荧光物质的屏幕。这些电子保持其相对于其通过的通道的位置, 由于电子与原始的光子具有相同的排列, 这提供了完美的图像。电子的能量使荧光物质进入激发态并释放光子。这些荧光物质在屏幕上形成用于表征夜视的绿色图像。该绿色荧光物质图像通过称为目镜的另一个透镜观察, 所述目镜允许放大和聚焦图像。夜视装置可以连接到例如监视器的电子显示器, 或者可以通过目镜直接观察图像。

[0005] 因此, 需要一种 IR 传感器 / 检测器以及 IR 传感器 / 检测器 - 显示器组合, 其在低工作电压下工作, 并且重量轻、制造成本低。

发明内容

[0006] 本发明实施例涉及一种用于红外 (IR) 检测的方法和设备。特定实施例利用有机层形成光电晶体管以检测 IR 辐射。IR 检测器的波长范围可以通过包含对不同波长的光子敏感的材料而调节。在特定实施例中, 可以在吸收层中包含这样的材料的量子点, 所述材料对具有与光电晶体管的吸收层的基质有机材料不同的波长的光子敏感, 从而增强具有与量子点的材料相关的波长的光子的吸收。

[0007] 在另一个实施例中, 可以使用光电导体结构代替光电晶体管。在一个实施例中, 光

电导体可以包含 PbSe 或 PbS 量子点。在另一个实施例中,光电导体可以包含有机材料。

[0008] 特定实施例还涉及向用户显示检测的 IR 图像。在一个特定实施例中,可以使用有机材料形成有机发光器件。可以向发光层中加入额外的发射不同波长的材料。在特定实施例中,可以在发光层中包含与其波长不同于发光层的基质有机材料的波长的光子的发射相关的材料的量子点,以增强有机发光器件向用户的输出显示。在优选实施例中,利用光电晶体管进行 IR 检测,并利用诸如有机发光二极管 (OLED) 的有机发光器件进行对检测的 IR 图像的显示。在更优选的实施例中,串联光电晶体管和 OLED。

[0009] 本发明实施例涉及用于夜视的方法和设备。在一个实施例中,通过沉积有机薄膜层形成夜视装置。本发明实施例可以在例如 10-15V 的低工作电压下工作。另外,制造本发明装置的特定实施例的成本可以低于制造常规夜视系统的成本。在本发明夜视装置的实施例中,有机光电晶体管可以与诸如有机发光二极管 (OLED) 的有机发光器件串联。

附图说明

[0010] 图 1 示出二维红外图像传感器 / 检测器、未像素化 (pixelation) 的二维红外图像传感器 / 显示器阵列以及所述传感器 / 显示器阵列的电路模型的实施例;

[0011] 图 2 示出根据本发明实施例的 PNP 双极光电晶体管和 NPN 双极光电晶体管;

[0012] 图 3 示出在吸收层中使用 PbSe 量子点的红外图像 / 传感器显示器阵列的实施例;

[0013] 图 4 示出在发光层中包含 CdSe 量子点的本发明显示器件的实施例;

[0014] 图 5 示出可以用于本发明各个实施例中的材料;

[0015] 图 6 示出使用 PbSe 量子点作为光电导体的实施例;

[0016] 图 7 示出使用有机材料作为光电导体的实施例;以及

[0017] 图 8 示出使用光电导体作为光传感器的实施例。

具体实施方式

[0018] 本发明实施例涉及用于红外 (IR) 检测的方法和设备。特定实施例使用有机层形成用于检测 IR 辐射的光电晶体管。IR 检测器的波长范围可以通过包含对不同波长的光子敏感的材料而调节。在特定实施例中,可以在吸收层中包含这样的材料的量子点,所述材料对其波长与光电晶体管的吸收层的基质有机材料不同的光子敏感,从而增强具有与量子点的材料相关的波长的光子的吸收。

[0019] 在另一个实施例中,可以使用光电导体结构代替光电晶体管。在一个实施例中,光电导体可以包含 PbSe 或 PbS 量子点。在另一个实施例中,光电导体可以包含有机材料。

[0020] 特定实施例还涉及向用户显示检测的 IR 图像。在一个特定实施例中,可以使用有机材料形成有机发光器件。可以向发光层中加入额外的发射不同波长的材料。在特定实施例中,可以在发光层中包含与其波长不同于发光层的基质有机材料的波长的光子的发射相关的材料的量子点,以增强有机发光器件向用户的输出显示。在优选实施例中,利用光电晶体管进行 IR 检测,并利用诸如有机发光二极管 (OLED) 的有机发光器件进行对检测的 IR 图像的显示。在更优选的实施例中,串联光电晶体管和 OLED。

[0021] 本发明实施例涉及用于夜视的方法和设备。在一个实施例中,通过沉积有机薄膜层形成夜视装置。本发明实施例可以在例如 10-15V 的低工作电压下工作。另外,制造本发

明装置特定实施例的成本可以低于制造常规夜视系统的成本。在本发明夜视装置的实施例中,有机光电晶体管可以与诸如有机发光二极管(OLED)的有机发光器件串联。

[0022] 优选地,使用对红外光透明的电极,以允许 IR 辐射进入光电晶体管。图 1 中示出 IR 传感器 / 检测器的实施例、IR 传感器 - 显示器组合的实施例、以及用于 IR 传感器 - 显示器组合的电路模型的示意图。在图 1 的左侧示出了利用多层有机材料形成的 PNP 双极光电晶体管。这里,CuPc 是 n 层,PTCBI 是 p 层。虽然表示光的弯曲箭头(吸收 IR 和发射绿光)示出为分别指向吸收层和发光层,IR 光从图 1 中示出的器件的顶部进入,可见光从该器件的底部发射。在图 1 的中部,示出了左侧所示的光电晶体管与 OLED 的集成。IR 图像可以在光电晶体管的电极层(NiO)的顶部上入射并且穿过 CuPc 层进入吸收层(PTCBI)。

[0023] 当用红外光光激发时,电荷载流子在光电晶体管中产生,并被注入 OLED, OLED 然后产生可见光范围的光子。因为有机薄膜的低电导率,电场将被约束在受到光激发的区域,并且可见光光子将在受激区域内产生。从而,如果大面积器件暴露于红外图像,将产生可见图像。优选地,在发射输出图像的底部处使用对可见光透明的电极。在所示的实施例中,使用 ITO 作为电极,其对可见光透明。还可以使用其他材料。图 1 右侧示出在中间所示的集成器件的电路图。在特定实施例中,不需要电子设备操作所述器件。在实施例中,光电晶体管和发光器件的工作电压低于 10V,从而总的工作电压可低于 20V。该器件可以制成为具有非常轻的重量。

[0024] 在一个实施例中,可以使用玻璃作为用于制造的衬底。整个光电晶体管和 OLED 组合可以非常薄,例如小于 $1\ \mu\text{m}$ 。然后具有该薄层的玻璃衬底可以被形成夜视镜的部分,其中定位该薄层以接收 IR 图像,并且用户被定位以观察从玻璃或塑料衬底发射的可见图像。

[0025] 图 2 示出了图 1 的 PNP 双极晶体管以及根据本发明也可以使用的 NPN 光电晶体管。

[0026] 现在将描述用于本发明 IR 检测器 - 显示器组合的特定实施例的制造工序。该制造工序不需要任何构图。根据本发明还可以使用其他制造技术以及其他材料,这对于受益于本公开的本领域技术人员将是显而易见的。在玻璃或塑料衬底上生长器件,所述衬底被预涂布有 100nm 厚的具有 20 欧姆 / 平方的表面电阻的铟锡氧化物层。衬底用溶剂去油污,然后通过暴露于氧等离子体和 UV 臭氧环境中进行清洁。连续真空沉积生长所有的层而不断真空。在用于在铟锡氧化物(ITO)层顶部上制造在图 1 中间所示的集成 PNP 光电晶体管和 OLED 的第一沉积步骤中,沉积 10nm 厚的 CuPc 作为空穴注入层。然后生长 50nm 厚的 NPD 层作为空穴传输层。然后,沉积 60nm 厚的 Alq3 发光层。然后沉积 LiF(2nm)/NiO(10nm) 电荷生成层。这形成 OLED。然后,为了在发光器件的顶部制造光电晶体管,沉积 40nm 厚的 CuPc 层、50nm 厚的 PTCBI 层、40nm 厚的 CuPc 层以及 1000nm 的 NiO 层。

[0027] 在另一个特定实施例中,参考图 3,用 PbS 或 PbSe 量子点层替代光电晶体管的 PTCBI 层。PbS 或 PbSe 吸收与 PTCBI 层波长不同的光子。例如,可以形成这样的 PTCBI 层,其吸收波长最大为约 $1\ \mu\text{m}$ 的光子,并且可以形成这样的 PbSe 量子点层或 PbS 量子点层,其也吸收波长在约 $1\ \mu\text{m}$ 至约 $3\ \mu\text{m}$ 的光子,从而扩展到用于检测的波长范围。通过适当的选择吸收层中的材料,可以实现其他波长范围。

[0028] 在另一个实施例中,参考图 4,用 50nm 的 Alq3 层和 CdSe 量子点层替代图 1 或图 3 的发光器件的 60nm 的 Alq3 层。量子点层的材料可以便于发射具有不同于由 Alq3 层发射的光的波长的光。因此,根据本发明也可以使用其他材料。

[0029] 图 5 示出可以用于本发明的实施例的材料的结构。图 5 示出三-(8-羟基喹啉)铝 (Alq3)、4-4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]联苯 (NPD)、酞菁铜 (CuPc)、以及茈-3,4! 8,10-四羧二酰亚胺-二~2,6-异丙基~苯 (PTCDI) 的结构。

[0030] 尽管已经描述了旨在主要由有机材料层制造的光电晶体管和光电晶体管/OLED 组合的示例性实施例,其他实施例可以将无机材料用于光电晶体管和/或发光器件。可以用于制造根据本发明的光电晶体管和/或发光器件的无机材料的实例包括但不限于:非晶硅、锗、以及类金刚石碳。薄膜非晶硅可以具有 PbSe 或 PbS 以吸收 IR。无机 OLED 可以将 ZnO 用于发射可见光。在吸收层中无机材料的使用可以检测波长在约 1 μm 至 4 μm 范围内的 IR。这些制造具有与图 1、2、3 和 4 所示的结构类似的结构的光电晶体管和/或 OLED 的材料和技术对于本领域技术人员来说都是已知的。这样,无机光电晶体管可以与有机 OLED 结合,有机光电晶体管可以与无机 OLED 结合。

[0031] 本发明的实施例可包含光电导体。在特定实施例中,光电导体可以替代在上述实施例中描述的光电晶体管。图 6 示出包含 PbSe 量子点的光电导体器件。PbSe 量子点可以用于感测波长在 1 μm 至 3 μm 的光子。光电导体结构可以由设置在两个电极之间的光电导体材料形成。在一个实施例中,一个电极可以由金 (Au) 形成,第二电极可以由 ITO 形成。在一个实施例中,可以在 PbSe 量子点层的位置 (in the place of) 使用 PbS 量子点。在工作时,通过 IR 射线的吸收可以在量子点 (QD) 层中光激发载流子。载流子可以移动到 OLED 元件以发射例如绿光。特别是,电子可以被注入到 OLED 元件的发光层并与空穴复合以发出光。

[0032] 在图 6 所示的实施例中,可以在 OLED 元件上形成光电导体。OLED 元件可以形成在玻璃衬底上,并且可以包含在衬底上形成的 ITO 层、在 ITO 层上形成的用作空穴传输层的 CuPc 层、在 CuPc 上形成的用作空穴传输层的 NPD 层、在 NPD 层上形成的 Alq 层、以及在 Alq 层上形成的用于电荷生成的 LiF/NiO 层。光电导体可以通过以下步骤在 LiF/NiO 层上形成:在 LiF/NiO 层上沉积金层、在金层上形成光电导电材料层、以及在光电导电材料层上形成 ITO 层。

[0033] 图 7 示出包含有机材料的光电导体器件。参考图 7,当包含有 OLED 元件时,可以消除用于光电导体的一个电极。特别是,光电导电材料可以直接接触 OLED 的空穴传输层。在一个实施例中,可以使用酞菁氧钛 (TiOPc) 作为光电导体器件的光电导电材料。TiOPc 可以响应于 IR 射线,因为 TiOPc 吸收 0.8 微米的波长。OLED 元件可以形成在玻璃衬底上并且可以包括形成在衬底上的 ITO 层、形成在 ITO 层上的 LiF/NiO 层、形成在 LiF/NiO 层上的 Alq 层以及形成在 Alq 层上的 NPD 层。光电导电材料可以直接形成在 NPD 层上而不需要居间电极。

[0034] 图 8 示出包含光电导体作为光传感器的实施例。光电导体可以具有非常大的增益或放大率并且对于放大信号是理想的。光电导体器件包括两层,电荷传输层和敏化剂。NPD 可以用作电荷传输层,PbSe、PbS 和/或 InAs 量子点可以用于光子吸收。

[0035] 在工作时,可以在 TiOPc 层中光激发载流子。载流子可以移动到 OLED 元件以发射出例如绿光。特别是,可将空穴注入到 NPD 层中以与电子复合并发出光。

[0036] 在本发明实施例中,光电导体的增益可以大至 100000。

[0037] 对于包含光电导体替代光电晶体管的实施例,制造可以包括较少的工艺步骤,这

是因为光电导体的实施例是单层器件,而不是三层的 NPN 或 PNP 结构。

[0038] 通过参考其包括所有附图和表格的整体内容,以不与本说明书的清楚教导不一致的程度引入在这里所参考或引用的全部专利、专利申请、临时申请以及公开作为参考。

[0039] 应理解,这里描述的实例和实施例仅仅用于示例的目的,根据其的各种修改或变化可以从而被启示给本领域技术人员,因此被包括在本申请的精神和范围内。

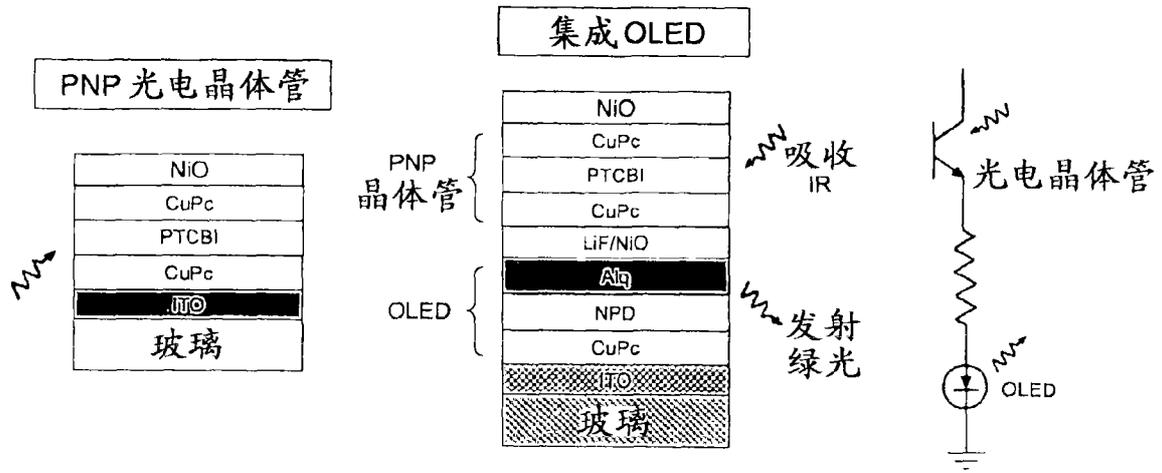


图 1

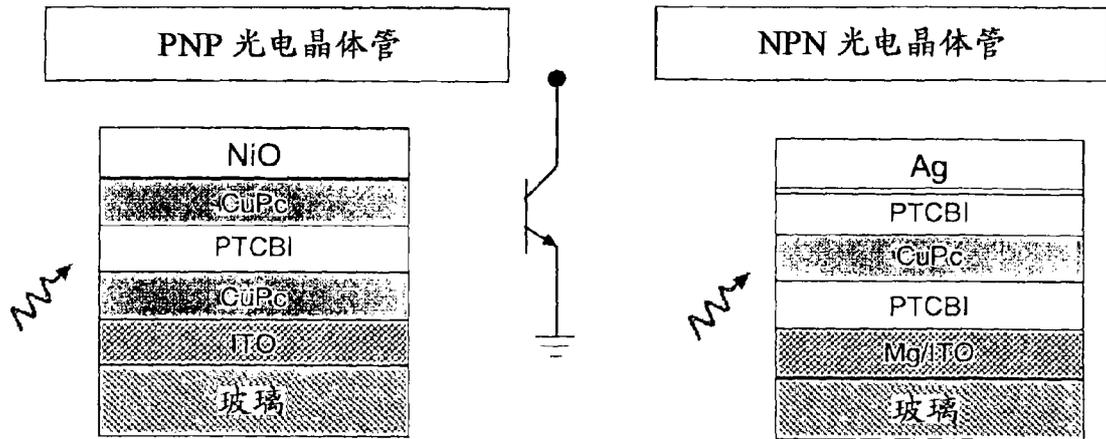


图 2

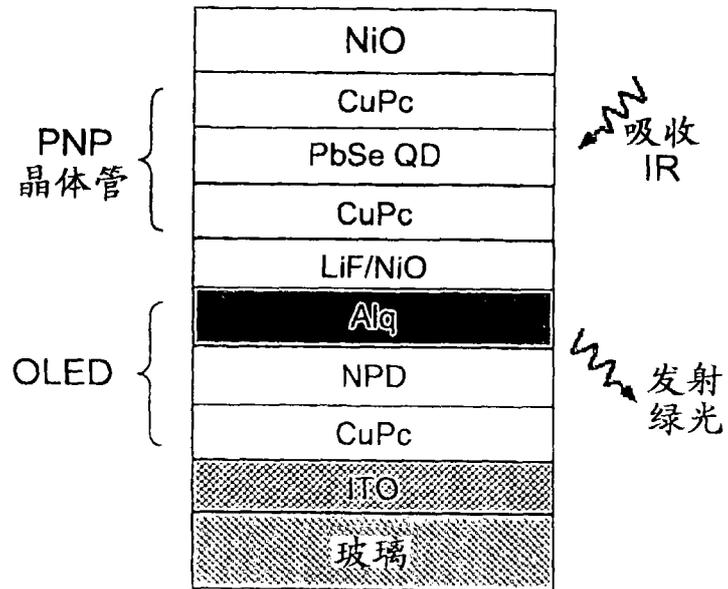


图 3

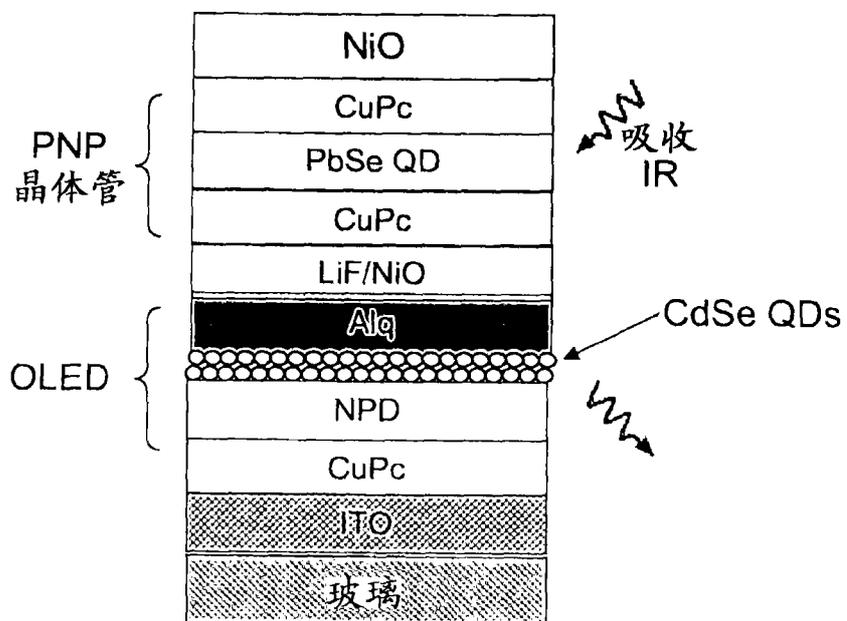
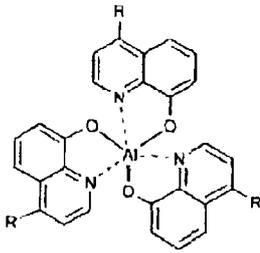
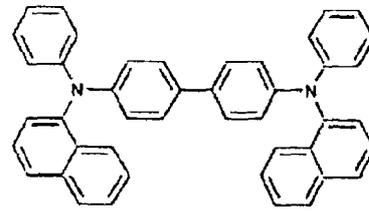


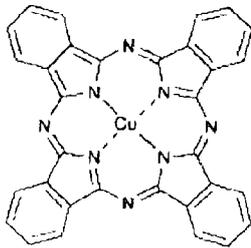
图 4



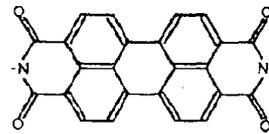
三-(8-羟基喹啉)铝(Alq3)



4-4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基-氨基]联苯(NPD)



酞菁铜(CuPc)



芘-3,4!8,10-四羧二酰亚胺-二~2,6-异丙基~苯(PTCDI)

图 5

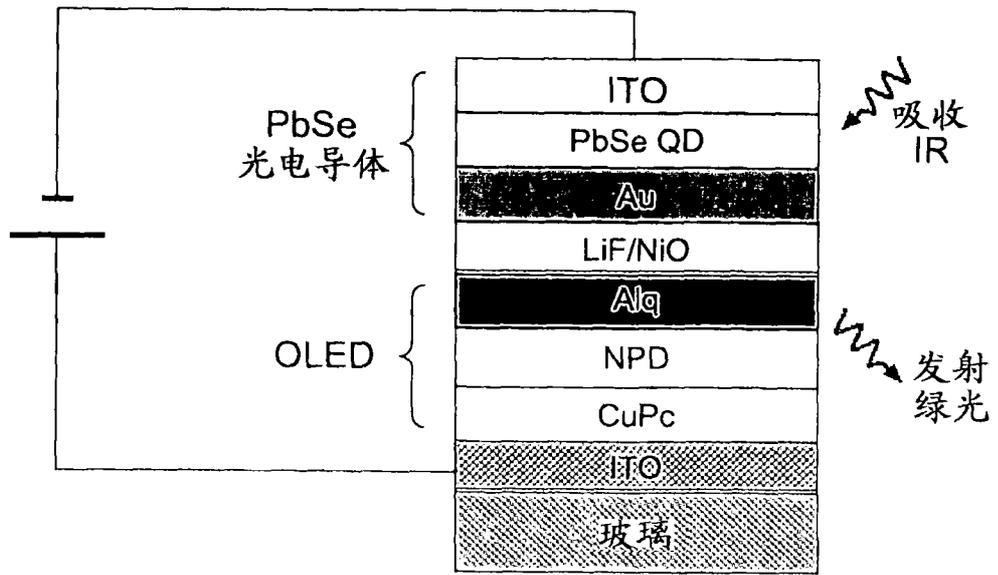


图 6

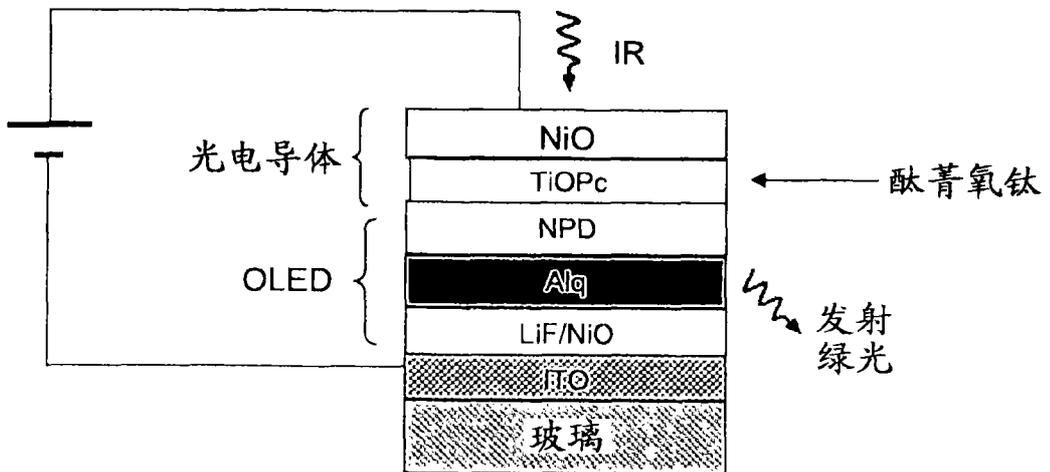


图 7

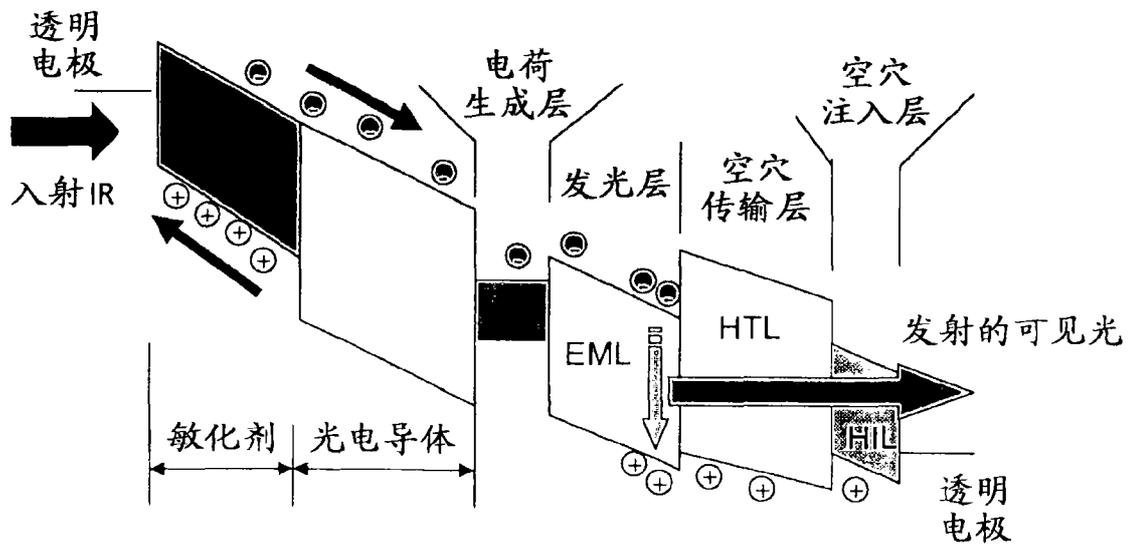


图 8