



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103460429 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201280015891. 7
 (22) 申请日 2012. 04. 03
 (30) 优先权数据
 61/472, 079 2011. 04. 05 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2013. 09. 27
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2012/032002 2012. 04. 03
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02012/138658 EN 2012. 10. 11
 (73) 专利权人 佛罗里达大学研究基金会有限公司
 地址 美国佛罗里达州
 专利权人 纳米控股有限公司
 (72) 发明人 弗兰基·索 金渡泳
 布哈本德拉·K·普拉丹
 (74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
 代理人 顾晋伟 全万志

(51) Int. Cl.
 H01L 51/50(2006. 01)
 (56) 对比文件
 CN 101501854 A, 2009. 08. 05,
 WO 2011027277 A2, 2011. 03. 10,
 US 2010065834 A1, 2010. 03. 18,
 CN 1574519 A, 2005. 02. 02,
 EP 1903610 A2, 2008. 03. 26,
 Chih-Jen Yang 等. Organic light-emitting devices integrated with solar cells: High contrast and energy recycling. 《APPLIED PHYSICS LETTERS》. 2007, 第 90 卷 (第 17 期), 第 173507-1 至 173507-3 页.

审查员 程健

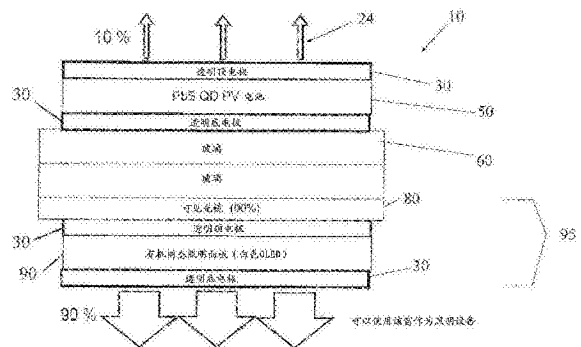
权利要求书8页 说明书14页 附图10页

(54) 发明名称

用于提供具有至少部分透明的单侧发射 OLED 照明和 IR 敏感光伏板的窗的方法和装置

(57) 摘要

本发明的实施方案涉及用于提供例如在白天期间可以起光伏电池的作用、并且在夜晚可以提供固态照明的装置的方法和装置。因此该装置可以起到照明窗的作用。一个实施方案可以集成至少部分透明的单侧发射 OLED 和光伏电池。光伏电池可以对红外光例如具有大于 1 μm 的波长的光敏感。该装置可以布置成使得 OLED 发射的一个方向朝向建筑物或其它结构的内部而不发射到环境中。



CN 103460429 B

1. 一种用于提供具有至少部分透明的单侧发射 OLED 和 IR 敏感光伏电池的窗的装置，所述装置包括：

有机发光器件 (OLED)；以及

光伏 (PV) 电池，其中所述 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感，其中所述一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内，并且其中所述一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.70\ \mu\text{m}$ ，

其中所述 OLED 包括：

有机发光层；

镜；

OLED 阳极电极，其中所述 OLED 阳极电极对可见光透明；以及

OLED 阴极电极，其中所述 OLED 阴极电极对可见光透明，

其中所述有机发光层布置在所述 OLED 阳极电极与所述 OLED 阴极电极之间，并且其中所述镜布置成使得所述 OLED 阳极电极和所述 OLED 阴极电极中之一在所述镜与所述有机发光层之间，以及

其中所述镜对第一可见光波长范围是反射性的，其中由所述有机发光层发射的可见光的至少第一部分具有在所述第一可见光波长范围之内的波长，并且其中所述镜对第二可见光波长范围是透射性的，其中所述有机发光层不发射具有在所述第二可见光波长范围的至少一部分中的波长的光。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述装置配置成使得入射到所述 PV 电池的输入表面上的穿过所述 PV 电池并且从所述 PV 电池的输出表面出来的光的至少一部分入射到所述 OLED 的输入表面上并且穿过所述 OLED。

3. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述 PV 电池直接在所述 OLED 上，使得所述 PV 电池直接接触所述 OLED。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，所述装置还包括在所述 PV 电池与所述 OLED 之间的至少一个光学透明塑料膜。

5. 根据权利要求 4 所述的装置，其中所述 PV 电池集成到所述至少一个光学透明塑料膜上。

6. 根据权利要求 4 所述的装置，其中所述 OLED 集成到所述至少一个光学透明塑料膜上。

7. 根据权利要求 1 所述的装置，所述装置还包括在所述 PV 电池与所述 OLED 之间的至少一个玻璃基底。

8. 根据权利要求 7 所述的装置，其中所述 PV 电池集成到所述至少一个玻璃基底上。

9. 根据权利要求 7 所述的装置，其中所述 OLED 集成到所述至少一个玻璃基底上。

10. 根据权利要求 1 所述的装置，其中由所述有机发光层发射的所述可见光具有在所述第一可见光波长范围之内的波长，其中所述有机发光层不发射具有在所述第二可见光波长范围内的波长的光。

11. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述镜包括介质堆叠镜。

12. 根据权利要求 11 所述的装置，其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 层和 SiO_2 层。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层，其

中每个 Ta_2O_5 层具有从 10nm 至 100nm 的厚度, 并且其中每个 SiO_2 层具有从 10nm 至 100nm 的厚度。

14. 根据权利要求 13 所述的装置, 其中所述介质堆叠镜包括 N 层 Ta_2O_5 , 其中 SiO_2 层的数目为从 N-1 至 N+1 的范围, 并且其中 N 在从 1 至 40 的范围内。

15. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 OLED 还包括空穴传输层和电子传输层。

16. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述有机发光层包括 Ir(ppy)₃、MEH-PPV、Alq₃ 或 Flrpic。

17. 根据权利要求 15 所述的装置, 其中所述空穴传输层包括 NPB、TAPC、TFB 或 TPD。

18. 根据权利要求 15 所述的装置, 其中所述电子传输层包括 BCP、Bphen、3TPYMB 或 Alq₃。

19. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 OLED 阳极电极包括选自以下材料中的至少一种材料: 氧化铟锡 (ITO)、碳纳米管 (CNT)、氧化铟锌 (IZO)、银纳米线以及镁: 银 / Alq₃ (Mg : Ag/Alq₃) 堆叠层, 并且其中所述 OLED 阴极电极包括选自以下材料中的至少一种材料: ITO、CNT、IZO、银纳米线以及 Mg : Ag/Alq₃ 堆叠层。

20. 根据权利要求 19 所述的装置, 其中所述 OLED 阴极电极包括 Mg : Ag/Alq₃ 堆叠层, 其中所述 Mg : Ag 层具有小于 30nm 的厚度, 并且其中 Mg 和 Ag 以 10 : 1 (Mg : Ag) 的比例存在, 并且其中所述 Alq₃ 层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

21. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 OLED 阳极电极布置在所述镜与所述有机发光层之间。

22. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 OLED 阴极电极布置在所述镜与所述有机发光层之间。

23. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 OLED 还包括:

玻璃基底;

在所述 OLED 阳极电极上的空穴传输层;

其中所述镜包括介质堆叠镜, 其中所述介质堆叠镜布置在所述玻璃基底上, 其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层;

其中所述 OLED 阳极电极布置在所述介质堆叠镜上, 其中所述 OLED 阳极电极包括 ITO ; 其中所述有机发光层布置在所述空穴传输层上 ; 以及

其中所述 OLED 阴极电极布置在所述有机发光层上, 其中所述 OLED 阴极电极包括 Mg : Ag/Alq₃ 堆叠层, 其中所述 Mg : Ag 层具有小于 30nm 的厚度, 并且其中 Mg 和 Ag 以 10 : 1 (Mg : Ag) 的比例存在, 并且其中所述 Alq₃ 层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

24. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 PV 电池包括含有量子点的红外敏感材料层。

25. 根据权利要求 24 所述的装置, 其中所述量子点为 PbS 量子点或 PbSe 量子点。

26. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 PV 电池对具有从 700nm 至 2000nm 的波长的光子敏感。

27. 根据权利要求 26 所述的装置, 其中所述 PV 电池对具有小于 700nm 的波长的光子不敏感。

28. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 PV 电池包括 PV 电池阳极电极和 PV 电池阴极电极。

29. 根据权利要求 28 所述的装置,其中所述 PV 电池阳极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:氧化铟锡 (ITO)、碳纳米管 (CNT)、氧化铟锌 (IZO)、银纳米线以及镁:银 /Alq₃ 堆叠层,并且其中所述 PV 电池阴极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:ITO、CNT、IZO、银纳米线以及镁:银 /Alq₃ 堆叠层。

30. 根据权利要求 29 所述的装置,其中所述 PV 电池阳极电极或所述 PV 电池阴极电极中的至少之一包括镁:银 /Alq₃ 堆叠层,并且其中所述镁:银 /Alq₃ 堆叠层中的镁:银层具有小于 30nm 的厚度,并且其中所述镁:银层具有 10 : 1(镁:银)的组成比。

31. 根据权利要求 29 所述的装置,其中其中所述 PV 电池阳极电极或所述 PV 电池阴极电极中的至少之一包括镁:银 /Alq₃ 堆叠层,并且其中所述镁:银 /Alq₃ 堆叠层中的 Alq₃ 层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

32. 根据权利要求 28 所述的装置,其中所述 PV 电池阳极电极对可见光的至少一部分以及对红外光的至少一部分透明,并且其中所述 PV 电池阴极电极对可见光的至少一部分以及对红外光的至少一部分透明。

33. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一大于 1 μm。

34. 根据权利要求 33 所述的装置,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一在从 0.70 μm 至 1 μm 的范围内。

35. 根据权利要求 33 所述的装置,其中所述 PV 电池对具有小于 0.70 μm 的波长的光子不敏感。

36. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一大于 0.85 μm。

37. 根据权利要求 36 所述的装置,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一在从 0.70 μm 至 0.85 μm 的范围内。

38. 根据权利要求 36 所述的装置,其中所述 PV 电池对具有小于 0.85 μm 的波长的光子不敏感。

39. 一种制造用于提供具有至少部分透明的单侧发射 OLED 和 IR 敏感光伏电池的窗的装置的方法,所述方法包括:

形成光伏 (PV) 电池,其中所述 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感,其中所述一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内,其中所述一种或更多种波长中的至少之一大于 0.70 μm;

形成有机发光器件 (OLED);以及

耦接所述 PV 电池和所述 OLED,

其中形成所述 OLED 包括:

形成镜;

在所述镜上形成 OLED 阳极电极,其中所述 OLED 阳极电极对可见光透明;

在所述 OLED 阳极电极上形成有机发光层;以及

在所述有机发光层上形成 OLED 阴极电极,其中所述 OLED 阴极电极对可见光透明,

其中所述镜对第一可见光波长范围是反射性的,其中由所述有机发光层发射的可见光的至少第一部分具有在所述第一可见光波长范围内的波长,并且其中所述镜对第二可见光

波长范围是透射性的,其中所述有机发光层不发射具有在所述第二可见光波长范围内的至少一部分中的波长的光。

40. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述方法配置为使得入射到所述 PV 电池的输入表面上的穿过所述 PV 电池并且从所述 PV 电池的输出表面出来的光的至少一部分入射到所述 OLED 的输入表面并且穿过所述 OLED。

41. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 PV 电池直接在所述 OLED 上,使得所述 PV 电池直接接触所述 OLED。

42. 根据权利要求 39 所述的方法,其中形成所述 PV 电池包括在光学透明塑料膜上形成所述 PV 电池,并且其中耦接所述 PV 电池和所述 OLED 包括使所述 PV 电池的所述光学透明塑料膜与所述 OLED 耦接。

43. 根据权利要求 42 所述的方法,其中将所述 OLED 集成到光学透明塑料膜上,并且其中耦接所述 PV 电池和所述 OLED 包括使所述 PV 电池的所述光学透明塑料膜与所述 OLED 的所述光学透明塑料膜耦接。

44. 根据权利要求 39 所述的方法,其中将所述 OLED 集成到光学透明塑料膜上,并且其中耦接所述 PV 电池和所述 OLED 包括使所述 PV 电池与所述 OLED 的所述光学透明塑料膜耦接。

45. 根据权利要求 39 所述的方法,其中形成所述 PV 电池包括在玻璃基底上形成所述 PV 电池,并且其中耦接所述 PV 电池和所述 OLED 包括使所述 PV 电池的所述玻璃基底与所述 OLED 耦接。

46. 根据权利要求 45 所述的方法,其中将所述 OLED 集成到玻璃基底上,并且其中耦接所述 PV 电池和所述 OLED 包括使所述 PV 电池的所述玻璃基底与所述 OLED 所述玻璃基底耦接。

47. 根据权利要求 39 所述的方法,其中将所述 OLED 集成到玻璃基底上,并且其中耦接所述 PV 电池和所述 OLED 包括使所述 PV 电池与所述 OLED 的所述玻璃基底耦接。

48. 根据权利要求 39 所述的方法,其中由所述有机发光层发射的所述可见光具有在所述第一可见光波长范围之内的波长,其中所述有机发光层不发射具有在所述第二可见光波长范围内的波长的光。

49. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述镜包括介质堆叠镜。

50. 根据权利要求 49 所述的方法,其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 层和 SiO_2 层。

51. 根据权利要求 50 所述的方法,其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层,其中每个 Ta_2O_5 层具有从 10nm 至 100nm 的厚度,并且其中每个 SiO_2 层具有从 10nm 至 100nm 的厚度。

52. 根据权利要求 51 所述的方法,其中所述介质堆叠镜包括 N 层 Ta_2O_5 ,其中 SiO_2 层的数目为从 N-1 至 N+1 的范围,并且其中 N 在从 1 至 40 的范围内。

53. 根据权利要求 39 所述的方法,其中形成所述 OLED 还包括:

在形成所述有机发光层之前在所述 OLED 阳极电极上形成空穴传输层;以及形成电子传输层。

54. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述有机发光层包括 $Ir(ppy)_3$ 、MEH-PPV、Alq3 或 Flrpic。

55. 根据权利要求 53 所述的方法,其中所述空穴传输层包括 NPB、TAPC、TFB 或 TPD。

56. 根据权利要求 53 所述的方法,其中所述电子传输层包括 BCP、Bphen、3TPYMB 或 Alq3。

57. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 OLED 阳极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:氧化铟锡 (ITO)、碳纳米管 (CNT)、氧化铟锌 (IZO)、银纳米线以及镁:银 / Alq3 (Mg : Ag/Alq3) 堆叠层,并且其中所述 OLED 阴极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:ITO、CNT、IZO、银纳米线以及 Mg : Ag/Alq3 堆叠层。

58. 根据权利要求 57 所述的方法,其中所述 OLED 阴极电极包括 Mg : Ag/Alq3 堆叠层,其中所述 Mg : Ag 层具有小于 30nm 的厚度,并且其中 Mg 和 Ag 以 10 : 1 (Mg : Ag) 的比例存在,并且其中所述 Alq3 层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

59. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 PV 电池包括含有量子点的红外敏感材料层。

60. 根据权利要求 59 所述的方法,其中所述量子点为 PbS 量子点或 PbSe 量子点。

61. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 PV 电池对具有从 700nm 至 2000nm 的波长的光子敏感。

62. 根据权利要求 61 所述的方法,其中所述 PV 电池对具有小于 700nm 的波长的光子不敏感。

63. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 PV 电池包括 PV 电池阳极电极和 PV 电池阴极电极。

64. 根据权利要求 63 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:氧化铟锡 (ITO)、碳纳米管 (CNT)、氧化铟锌 (IZO)、银纳米线以及镁:银 / Alq3 堆叠层,并且其中所述 PV 电池阴极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:ITO、CNT、IZO、银纳米线以及镁:银 / Alq3 堆叠层。

65. 根据权利要求 64 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极或所述 PV 电池阴极电极中的至少之一包括镁:银 / Alq3 堆叠层,并且其中所述镁:银 / Alq3 堆叠层中的镁:银层具有小于 30nm 的厚度,并且其中所述镁:银层具有 10 : 1 (镁:银) 的组成比。

66. 根据权利要求 64 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极或所述 PV 电池阴极电极中的至少之一包括镁:银 / Alq3 堆叠层,并且其中所述镁:银 / Alq3 堆叠层中的 Alq3 层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

67. 根据权利要求 63 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极对可见光的至少一部分以及对红外光的至少一部分透明,并且其中所述 PV 电池阴极电极对可见光的至少一部分以及对红外光的至少一部分透明。

68. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一大于 $1 \mu\text{m}$ 。

69. 根据权利要求 68 所述的方法,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一在从 $0.70 \mu\text{m}$ 至 $1 \mu\text{m}$ 的范围内。

70. 根据权利要求 68 所述的方法,其中所述 PV 电池对具有小于 $0.70 \mu\text{m}$ 的波长的光子不敏感。

71. 根据权利要求 39 所述的方法,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长

中的至少之一大于 $0.85\ \mu\text{m}$ 。

72. 根据权利要求 71 所述的方法,其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一在从 $0.70\ \mu\text{m}$ 至 $0.85\ \mu\text{m}$ 的范围内。

73. 根据权利要求 71 所述的方法,其中所述 PV 电池对具有小于 $0.85\ \mu\text{m}$ 的波长的光子不敏感。

74. 一种利用装置照明区域的方法,所述装置用于提供具有至少部分透明的单侧发射 OLED 和 IR 敏感光伏电池的窗,所述方法包括:

提供装置,其中所述装置包括:

有机发光器件 (OLED);以及

光伏 (PV) 电池,其中所述 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感,其中所述一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内,并且其中所述一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.70\ \mu\text{m}$;以及

其中所述 OLED 包括:

有机发光层;

镜;

OLED 阳极电极,其中所述 OLED 阳极电极对可见光透明;以及

OLED 阴极电极,其中所述 OLED 阴极电极对可见光透明,

其中所述有机发光层布置在所述 OLED 阳极电极与所述 OLED 阴极电极之间,并且其中所述镜布置成使得所述 OLED 阳极电极和所述 OLED 阴极电极中之一在所述镜与所述有机发光层之间,以及

其中所述镜对第一可见光波长范围是反射性的,其中由所述有机发光层发射的可见光的至少第一部分具有在所述第一可见光波长范围之内的波长,并且其中所述镜对第二可见光波长范围是透射性的,其中所述有机发光层不发射具有在所述第二可见光波长范围的至少一部分中的波长的光。

75. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述装置配置为使得入射到所述 PV 电池的输入表面上的穿过所述 PV 电池并且从所述 PV 电池的输出表面出来的光的至少一部分入射到所述 OLED 的输入表面并且穿过所述 OLED。

76. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述 PV 电池直接在所述 OLED 上,使得所述 PV 电池直接接触所述 OLED。

77. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述装置还包括在所述 PV 电池与所述 OLED 之间的至少一个光学透明塑料膜。

78. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述装置还包括在所述 PV 电池与所述 OLED 之间的至少一个玻璃基底。

79. 根据权利要求 74 所述的方法,其中由所述有机发光层发射的所述可见光具有在所述第一可见光波长范围之内的波长,其中所述有机发光层不发射具有在所述第二可见光波长范围内的波长的光。

80. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述镜包括介质堆叠镜。

81. 根据权利要求 80 所述的方法,其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 层和 SiO_2 层。

82. 根据权利要求 81 所述的方法,其中所述介质堆叠镜包括 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层,其

中每个 Ta₂O₅层具有从 10nm 至 100nm 的厚度,并且其中每个 SiO₂层具有从 10nm 至 100nm 的厚度。

83. 根据权利要求 82 所述的方法,其中所述介质堆叠镜包括 N 层 Ta₂O₅,其中 SiO₂层的数目为从 N-1 至 N+1 的范围,并且其中 N 在从 1 至 40 的范围内。

84. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述 OLED 还包括空穴传输层和电子传输层。

85. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述有机发光层包括 Ir(ppy)₃、MEH-PPV、Alq₃ 或 Flrpic。

86. 根据权利要求 84 所述的方法,其中所述空穴传输层包括 NPB、TAPC、TFB 或 TPD。

87. 根据权利要求 84 所述的方法,其中所述电子传输层包括 BCP、Bphen、3TPYMB 或 Alq₃。

88. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述 OLED 阳极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:氧化铟锡(ITO)、碳纳米管(CNT)、氧化铟锌(IZO)、银纳米线以及镁:银/Alq₃(Mg:Ag/Alq₃)堆叠层,并且其中所述 OLED 阴极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:ITO、CNT、IZO、银纳米线以及 Mg:Ag/Alq₃堆叠层。

89. 根据权利要求 88 所述的方法,其中所述 OLED 阴极电极包括 Mg:Ag/Alq₃堆叠层,其中所述 Mg:Ag 层具有小于 30nm 的厚度,并且其中 Mg 和 Ag 以 10:1(Mg:Ag)的比例存在,并且其中所述 Alq₃层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

90. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述 PV 电池包括含有量子点的红外敏感材料层。

91. 根据权利要求 90 所述的方法,其中所述量子点为 PbS 量子点或 PbSe 量子点。

92. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述 PV 电池对具有从 700nm 至 2000nm 的波长的光子敏感。

93. 根据权利要求 92 所述的方法,其中所述 PV 电池对具有小于 700nm 的波长的光子不敏感。

94. 根据权利要求 74 所述的方法,其中所述 PV 电池包括 PV 电池阳极电极和 PV 电池阴极电极。

95. 根据权利要求 94 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:氧化铟锡(ITO)、碳纳米管(CNT)、氧化铟锌(IZO)、银纳米线以及镁:银/Alq₃堆叠层,并且其中所述 PV 电池阴极电极包括选自以下材料中的至少一种材料:ITO、CNT、IZO、银纳米线以及镁:银/Alq₃堆叠层。

96. 根据权利要求 95 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极或所述 PV 电池阴极电极中的至少之一包括镁:银/Alq₃堆叠层,并且其中所述镁:银/Alq₃堆叠层中的镁:银层具有小于 30nm 的厚度,并且其中所述镁:银层具有 10:1(镁:银)的组成比。

97. 根据权利要求 95 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极或所述 PV 电池阴极电极中的至少之一包括镁:银/Alq₃堆叠层,并且其中所述镁:银/Alq₃堆叠层中的 Alq₃层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

98. 根据权利要求 94 所述的方法,其中所述 PV 电池阳极电极对可见光的至少一部分以及对红外光的至少一部分透明,并且其中所述 PV 电池阴极电极对可见光的至少一部分以及对红外光的至少一部分透明。

99. 根据权利要求 74 所述的方法, 其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一大于 $1 \mu\text{m}$ 。

100. 根据权利要求 99 所述的方法, 其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一在从 $0.70 \mu\text{m}$ 至 $1 \mu\text{m}$ 的范围内。

101. 根据权利要求 99 所述的方法, 其中所述 PV 电池对具有小于 $0.70 \mu\text{m}$ 的波长的光子不敏感。

102. 根据权利要求 74 所述的方法, 其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.85 \mu\text{m}$ 。

103. 根据权利要求 102 所述的方法, 其中所述 PV 电池对其敏感的所述一种或更多种波长中的至少之一在从 $0.70 \mu\text{m}$ 至 $0.85 \mu\text{m}$ 的范围内。

104. 根据权利要求 102 所述的方法, 其中所述 PV 电池对具有小于 $0.85 \mu\text{m}$ 的波长的光子不敏感。

用于提供具有至少部分透明的单侧发射 OLED 照明和 IR 敏感光伏板的窗的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 4 月 5 日提交的美国临时申请系列第 61/472,079 号的权益, 通过引用其包括任何图、表或附图的全部公开内容并入本文。

背景技术

[0003] 有机发光器件(OLED)结合有机材料和发光。透明 OLED 包括两者都是透明电极的顶电极和底电极。可以为常规的底发射或顶发射的单侧 OLED 通常包括反射电极和透明电极。在两者情况中,有机发光层被包括在电极之间。

发明内容

[0004] 本发明的实施方案涉及用于提供例如在白天期间可以起到光伏电池的作用并且例如在夜晚可以提供固态照明的装置的方法和装置。因此,该装置可以起到照明窗的作用。实施方案可以集成至少部分透明的单侧发射 OLED 和光伏电池。光伏电池可以对红外光例如具有大于 $1\ \mu\text{m}$ 的波长的光敏感。可以布置该装置使得 OLED 发射的一个方向朝向建筑物或其它结构的内部而不发射到环境中。

[0005] 在某些实施方案中,光伏电池例如可以至少对红外光敏感的光伏电池(红外光伏电池),可以合并有含有量子点的红外(IR)敏感层。量子点可以为例如 PbS 或 PbSe 量子点,但是实施方案不限于此。可以将光伏电池集成在至少部分透明的单侧发射 OLED 上。参照图 1,装置例如在白天期间可以起到光伏电池的作用,并且例如在夜晚可以提供照明。

[0006] 在一个实施方案中,装置可以包括:有机发光器件(OLED);以及光伏(PV)电池,其中 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感,其中所述一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内,其中一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.70\ \mu\text{m}$ 。OLED 可以包括:有机发光层;镜;OLED 阳极电极,其中 OLED 阳极电极对可见光透明;以及 OLED 阴极电极,其中 OLED 阴极电极对可见光透明。有机发光层可以布置在 OLED 阳极电极与 OLED 阴极电极之间,并且镜可以布置成使得 OLED 阳极电极和 OLED 阴极电极中之一在镜与有机发光层之间。镜可以对第一可见光波长范围是反射性的,其中由有机发光层发射的可见光的至少第一部分具有在第一可见光波长范围之内的波长,并且镜可以对第二可见光波长范围是透射性的,其中有机发光层不发射具有在第二可见光波长范围的至少一部分中的波长的光。在另一实施方案中,PV 电池对其敏感的一种或更多种波长中的至少之一大于 $1\ \mu\text{m}$ 。

[0007] 在另一实施方案中,制造装置的方法可以包括:形成 PV 电池,其中 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感,其中一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内,其中一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.70\ \mu\text{m}$;形成有机发光器件(OLED);以及耦接 PV 电池和 OLED。形成 OLED 可以包括:形成镜;在镜上形成 OLED 阳极电极,其中 OLED 阳极电极对可见光透明;在 OLED 阳极电极上形成有机发光层;以及在有机发光层上形成 OLED 阴极电极,其中 OLED 阴极电极对可见光透明。镜可以对第一可见光波长范围是反射性的,其中由有机发

光层发射的可见光的至少第一部分具有在第一可见光波长范围之内的波长,并且镜可以对第二可见光波长范围是透射性的,其中有机发光层不发射具有在第二可见光波长范围内的至少一部分中的波长的光。在另一实施方案中,PV 电池对其敏感的一种或更多种波长中的至少之一大于 $1\ \mu\text{m}$ 。

[0008] 在另一实施方案中,照明区域的方法可以包括提供装置,其中装置包括:有机发光器件(OLED);以及 PV 电池,其中 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感,其中一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内,并且其中一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.70\ \mu\text{m}$ 。OLED 可以包括:有机发光层;镜;OLED 阳极电极,其中 OLED 阳极电极对可见光透明;以及 OLED 阴极电极,其中 OLED 阴极电极对可见光透明,其中有机发光层布置在 OLED 阳极电极与 OLED 阴极电极之间,并且其中镜布置成使得 OLED 阳极电极和 OLED 阴极电极中之一在镜与有机发光层之间。镜可以对第一可见光波长范围是反射性的,其中由有机发光层发射的可见光的至少第一部分具有在第一可见光波长范围之内的波长,并且镜可以对第二可见光波长范围是透射性的,其中有机发光层不发射具有在第二可见光波长范围的至少一部分中的波长的光。在另一实施方案中,PV 电池对其敏感的一种或更多种波长中的至少之一大于 $1\ \mu\text{m}$ 。

附图说明

[0009] 图 1A 和图 1B 示出根据本发明的实施方案的装置在日间(图 1A)和夜间(图 1B)的工作原理。

[0010] 图 2A 示出可以合并到根据本发明的实施方案的 OLED 中的介质堆叠镜的横截面视图。

[0011] 图 2B 示出对于图 2A 的介质堆叠镜的透射率谱。

[0012] 图 3A 示出在透过根据本发明的实施方案的透明的单侧发射 OLED 看到的透明图像。

[0013] 图 3B 示出根据本发明的实施方案的 OLED 的横截面图。

[0014] 图 3C 示出对于根据本发明的实施方案的 OLED 的作为电压的函数的电流密度和发光。

[0015] 图 3D 示出对于根据本发明的实施方案的 OLED 的作为电流密度的函数的电流效率。

[0016] 图 4A 示出具有各种尺寸的 PbS 纳米晶体的吸收光谱,并且插图示出具有 $1.3\ \mu\text{m}$ 峰值波长的 50nm 厚的 PbSe 量子点膜的吸收系数谱和 TEM 图像。

[0017] 图 4B 示出本发明的实施方案的短路电流密度(J_{sc})和功率转换效率(PCE)的理论最大值。

具体实施方式

[0018] 当本文中使用时术语“在……上”或“在……之上”时,当指的是层、区域、图案或结构时,应该理解为层、区域、图案或结构可以直接在另一个层或结构上,或者也可以存在插入的层、区域、图案或结构。当本文中使用时术语“在……下”或“在……之下”时,当指的是层、区域、图案或结构时,应该理解为层、区域、图案或结构可以直接在其它层或结

构下,或者也可以存在中间的层、区域、图案或结构。当本文中术语“直接在……上”时,当指的是层、区域、图案或结构时,应该理解为层、区域、图案或结构直接在另一个层或结构上,没有中间的层、区域、图案或结构存在。

[0019] 当本文中术语“约”与数值结合使用时,应该理解为该值可以在该值的 95% 至该值的 105% 的范围内,即该值可以为所修饰的值的 $\pm 5\%$ 。例如,“约 1kg”指从 0.95kg 至 1.05kg。

[0020] 当本文中术语“至少部分透明”与术语“OLED”结合使用时(例如,“至少部分透明的单侧发射 OLED”,“至少部分透明的 OLED”),应该理解为可以包括镜和 / 或镜基底的 OLED 使得光的可见光谱的至少一部分能够穿过 OLED。当本文中术语“透明”与术语“阳极”、“阴极”或“电极”结合使用时,应该理解为阳极、阴极或电极使得由发光层产生的光能够在没有显著的反射的情况下穿过阳极、阴极或电极。

[0021] 当本文中术语“敏感”与描述对一定种类的光或对具有给定值或在给定范围之内的波长的光子敏感的光伏电池结合使用时,应该理解为光伏电池能够吸收光伏电池敏感的光并且生成载流子。当本文中术语“不敏感”或“非敏感”与描述对一定种类光或对具有给定值或在给定范围之内的波长的光子不敏感或非敏感的光伏电池结合使用时,应该理解为光伏电池不能够吸收光伏电池不敏感的光并且不能从吸收的光生成载流子。

[0022] 本发明的实施方案涉及用于提供例如在白天期间可以起到光伏(PV) 电池的作用、并且例如在夜晚可以提供固态照明的装置的方法和装置。因此装置可以起到照明窗的作用。一个实施方案可以集成至少部分透明的单侧发射 OLED 和 PV 电池。PV 电池可以对红外光例如具有大于 $1\ \mu\text{m}$ 的波长的光敏感。在另一实施方案中,PV 电池可以对具有大于 $0.85\ \mu\text{m}$ 的波长的光敏感。在又一实施方案中,PV 电池可以对具有大于 $0.70\ \mu\text{m}$ 的波长的光敏感。装置可以布置成使得 OLED 发射的一个方向朝向建筑物或其它结构的内部并且没有出来进入环境。

[0023] 在某些实施方案中,PV 电池例如可以至少对红外光敏感的 PV 电池(红外 PV 电池),可以集成含有量子点的红外(IR) 敏感层。量子点可以为例如 PbS 或 PbSe 量子点,但是实施方案不限于此。可以将 PV 电池集成到至少部分透明的单侧发射 OLED 上。参照图 1,装置例如在白天期间可以起到 PV 电池的作用,并且例如在夜晚可以提供照明。装置也可以对可见光的至少一部分是至少部分透明的,从而起到照明窗的作用。

[0024] 本发明的实施方案涉及用于提供包括至少部分透明的单侧发射 OLED 的装置的方法和装置。至少部分透明的单侧发射 OLED 可以包括具有透明阳极电极和透明阴极电极的镜基底。镜可以使得光的可见光谱的至少一部分能够穿过,同时也反射光的可见光谱的至少另一部分。例如,镜可以反射由 OLED 的发光层(例如,有机发光层)发射的可见光的至少一部分。在一个实施方案中,OLED 可以包括介质堆叠镜、氧化铟锡(ITO) 底部阳极电极和 Mg:Ag 顶部阴极电极。

[0025] 当使用至少部分透明的单侧发射 OLED 和 PV 电池制造窗时,可以有利于例如在白天期间在借助 PV 电池利用太阳能的同时观看外部,并且例如在夜晚使单侧发射 OLED 用作照明源,原因是 OLED 光主要沿一个方向发射。窗可以布置成使得 OLED 发射的一个方向进入建筑物或其它结构并且没有向外进入环境。窗也可以布置成使得 PV 电池例如在白天期间可以吸收太阳能。

[0026] 在本发明的一个实施方案中,装置的至少部分透明并且单侧发射的 OLED 可以结合镜基底,例如介质镜基底。OLED 还可以包括透明阳极电极、有机发光层以及透明阴极电极。在一个具体实施方案中,镜可以为介质堆叠镜并且可以包括 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层。在一个具体实施方案中, OLED 可以包括:玻璃基底;在玻璃基底上的介质堆叠镜,其中介质堆叠镜合并有 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层;在介质堆叠镜上的透明阳极电极,其中透明阳极电极包括 ITO;在透明阳极上的空穴传输层;在空穴传输层上的有机发光层;以及在有机发光层上的透明阴极电极,其中透明阴极电极包括 Mg:Ag/Alq3 堆叠层,其中 Mg:Ag 层具有小于 30nm 的厚度,并且其中 Mg 和 Ag 以 10:1 (Mg:Ag) 的比例存在,并且其中 Alq3 层具有从 0nm 至 200nm 的厚度。

[0027] 在本发明的又一实施方案中,制造至少部分透明并且单侧发射的 OLED 的方法可以包括:形成 PV 电池;形成 OLED;以及耦接 PV 电池和 OLED。形成 OLED 的步骤可以包括:形成镜;在镜上形成透明阳极;在透明阳极上形成有机发光层;以及在有机发光层上形成透明阴极。镜可以为例如介质堆叠镜,其中介质堆叠镜包括具有不同折射率的两种介质材料的交替层。

[0028] 如本文中所述的将 PV 电池和至少部分透明的单侧发射 OLED 合并的装置可以对具有一定波长或多种波长的光透明,使得在日间 PV 电池吸收太阳能时可以观看外部,同时也在外部变黑时可以成为照明的源。OLED 主要沿一个方向发射,并且装置可以布置成使得光发射进入建筑物或其它结构并且没有进入环境。在实施方案中, OLED 可以至少部分对光的可见光谱的一部分透明,同时反射光的可见光谱的另一部分。装置的 OLED 可以包括:发射具有在可见光谱的给定范围内的波长的光的发光层(例如,有机发光层);以及对由 OLED 的发光层发射的光的至少一部分反射的镜。镜也可以对不是由 OLED 发射的光的可见光谱的至少一部分透明。

[0029] 参照图 1A,入射光 20,例如来自外部环境,可以入射在 PV 电池 50 上,并且入射光的一部分可以通过装置 10,使得装置对可见光 20 至少部分透明并且装置例如在白天期间可以用于从内部观察外部环境。参照图 1B,装置 10 例如在当外部变黑的夜晚可以用于生成大部分(例如,约 90% 或 >90%)沿一个方向 26 透过、同时只有小部分(例如,约 10% 或 <10%)沿着相反方向 24 损失的光(24、26)。这样,因为来自 OLED95 的光的大部分沿一个方向透过,所以将 OLED95 称作单侧 OLED。装置可以布置成使得在期望位置(例如,建筑物或结构的内部或朝向外需要光的区域)提供所产生的光的绝大多数 26,同时只有小部分沿着相反方向 24 损失。装置 10 可以可选地包括玻璃基底 60 和 / 或一个或多个电极层 30。在许多实施方案中,每个电极层 30 可以为现有技术中已知的任何透明电极,例如,包含氧化铟锡(ITO)、碳纳米管(CNT)、氧化铟锌(IZO)、银纳米线和 / 或镁:银 / Alq3 (Mg:Ag/Alq3) 堆叠层的层。每个电极层 30 可以包括含有除本文所明确列出那些以外的透明导电氧化物(TCO)的 TCO。装置 10 也可以包括可见光镜 80。在一个具体实施方案中,可见光镜可以使得红外(IR)辐射能够穿过镜。

[0030] 参照图 2A,可以结合到根据本发明的实施方案的装置中的 OLED 中的介质堆叠镜 100 可以包括具有不同折射率(n)的介质材料(37、39)的交替层。例如,较高 n 的材料 37 可以为 Ta_2O_5 , 并且较低 n 的材料 39 可以为 SiO_2 , 但是实施方案不限于此。每个层(37、39)可以具有从约 10nm 至约 100nm 的厚度,并且可以有从 1 至 40 (在数量上)的每种层。

[0031] 介质堆叠镜 100 可以可选地被布置为与玻璃基底 60 相邻和 / 或被布置为与 OLED 的电极例如 ITO 层 35 相邻。在一个实施方案中, 介质堆叠镜 100 可以对在一定波长范围(或多个范围)(例如红外(IR)光和 / 或可见光的光谱的一部分)内的光 21 透明, 同时反射一定波长范围(或多个范围)(例如可见光的光谱的另一部分)的光 22。也就是说, 介质堆叠镜 100 可以对于在一定波长范围(或多个范围)内的光 21 具有约 10% 或 <10% 的反射率, 同时对于一定波长范围(或多个范围)的光 22 具有约 90% 或 >90% 的反射率。例如, 介质堆叠镜 100 可以对(至少)红外(IR)光和 / 或红光透明, 同时反射(至少)绿光。在一个具体实施方案中, 介质堆叠镜反射由发光层 90 产生的光。

[0032] 在某些实施方案中, 介质堆叠镜可以合并有 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层。每个 Ta_2O_5 层可以具有例如从约 10nm 至约 100nm 的厚度, 并且每个 SiO_2 层可以具有例如从约 10nm 至约 100nm 的厚度。介质堆叠镜可以包括例如 N 层 Ta_2O_5 , 其中 SiO_2 层的数目在从 N-1 至 N+1 的范围内, 并且其中 N 在从 1 至 40 的范围内。

[0033] 参照图 2B, 在一个实施方案中, 介质堆叠镜 100 可以对具有在从 475nm 至 550nm 的范围内的波长的光具有超过 98% 的折射率, 并且对具有 440nm 或 600nm 的波长的光具有至少 80% 的透射率。通过介质堆叠镜 100 进行观察可以像图 3A 中的图像那样显现, 使得穿过介质堆叠镜的光可以具有轻微带红色的外观, 因为介质堆叠镜对红光透明。

[0034] 参照图 3B, 在一个实施方案中, 装置的至少部分透明并且单侧发射的 OLED200 可以包括镜 101 (例如介质堆叠镜)、在镜 101 上的透明阳极电极 130、在透明阳极电极 130 上的有机发光层 220、以及在有机发光层 220 上的透明阴极电极 230。OLED200 可以可选地包括在镜 101 下的玻璃基底 60。OLED200 也可以可选地包括在透明阳极电极 130 上并且在有机发光层 220 下的空穴传输层 210。OLED200 也可以可选地包括电子传输层(未示出)。

[0035] 在一个实施方案中, 介质堆叠镜 101 可以包括 Ta_2O_5 和 SiO_2 的交替层。每个 Ta_2O_5 层可以具有例如从约 10nm 至约 100nm 的厚度, 并且每个 SiO_2 层可以具有例如从约 10nm 至约 100nm 的厚度。介质堆叠镜 101 可以包括例如 N 层 Ta_2O_5 , 其中 SiO_2 层的数目在从 N-1 至 N+1 的范围内, 并且其中 N 在从 1 至 40 的范围内。

[0036] 有机发光层 220 可以包括例如三(2-苯基吡啶)合铱($Ir(ppy)_3$)、2-甲氧基-5-(2-乙基己氧基)-p-亚苯基乙烯基(MEH-PPV)、三(8-羟基喹啉)铝(Alq_3)、和 / 或双(4,6-二氟苯基)吡啶]吡啶甲酰(Flrpic), 但是实施方案不限于此。空穴传输层 210 可以包括(N, N'-二(1-萘基)-N, N'-二苯基-(1,1'-二苯基)-4,4'-二胺)(NPB)、1,1-双[二-4-甲基氨基]苯基环己烷(TAPC)(TAPC)、(聚(9,9-二辛酯-芴-共-N-(4-丁基苯基)二苯胺))(TFB)、和 / 或二胺衍生物(TPD), 但是实施方案不限于此。电子传输层(未示出)可以包括 BCP、Bphen、3TPYMB、和 / 或 Alq_3 , 但是实施方案不限于此。透明阳极电极 37 可以包括氧化铟锡(ITO)、碳纳米管(CNT)、氧化铟锌(IZO)、银纳米线或镁:银 Alq_3 ($Mg:Ag/Alq_3$)堆叠层, 但是实施方案不限于此。透明阴极电极 230 可以包括 ITO、CNT、IZO、银纳米线或 $Mg:Ag/Alq_3$ 堆叠层, 但是实施方案不限于此。

[0037] 在一个实施方案中, 透明阴极电极 230 可以包括 $Mg:Ag/Alq_3$ 堆叠层。 $Mg:Ag$ 层 231 可以具有小于 30nm 的厚度。在一个具体实施方案中, $Mg:Ag$ 层 231 可以具有约 10nm 的厚度。在另一实施方案中, $Mg:Ag$ 层 231 可以具有 11nm 的厚度。 Mg 和 Ag 可以以 10:1 ($Mg:Ag$) 或约 10:1 ($Mg:Ag$) 的比例存在。 Alq_3 层可以具有从 0nm 至 200nm 的厚度。在一个具体实

实施方案中, Alq3232 层可以具有约 50nm 的厚度。在另一实施方案中, Alq3 层 232 可以具有 50nm 的厚度。

[0038] 透明阳极电极 130、有机发光层 220、空穴传输层 210 (如果存在) 以及电子传输层 (如果存在) 均可以具有从约 10nm 至约 500nm 的厚度。更具体地, 这些层的每个层可以具有从约 40nm 至约 200nm 的厚度。在一个具体实施方案中, 透明阳极电极 130 可以具有约 110nm 的厚度, 有机发光层 220 可以具有约 70nm 的厚度, 并且空穴传输层 210 可以具有约 70nm 的厚度。

[0039] 在本发明的一个实施方案中, 制造至少部分透明并且单侧发射的 OLED 的方法可以包括: 形成 PV 电池; 形成 OLED; 以及耦接 PV 电池和 OLED。形成 OLED 的步骤可以包括: 形成镜; 在镜上形成透明阳极; 在透明阳极上形成有机发光层; 以及在有机发光层上形成透明阴极。镜可以为例如介质堆叠镜, 其中介质堆叠镜包括具有不同折射率的两种介质材料的交替层。

[0040] 在某些实施方案中, 介质堆叠镜可以包括 Ta₂O₅ 和 SiO₂ 的交替层, 其中每个 Ta₂O₅ 层具有从约 10nm 至约 100nm 的厚度, 其中每个 SiO₂ 层具有从约 10nm 到约 100nm 的厚度, 其中介质堆叠镜包括 N 层 Ta₂O₅, 其中 SiO₂ 层的数目为从 N-1 至 N+1 的范围, 并且其中 N 在从 1 至 40 的范围内。介质堆叠镜可以对具有在从 475nm 至 550nm 的范围内的波长的光具有大于 98% 的反射率, 并且其中介质堆叠镜对于具有 440nm 的波长的光具有小于 20% 的反射率, 并且其中介质堆叠镜对具有 600nm 的波长的光具有小于 20% 的反射率。

[0041] 在许多实施方案中, 透明阴极电极包括 Mg:Ag/Alq3 堆叠层, 并且形成透明阴极电极包括: 以小于 30nm 的厚度形成 Mg:Ag 层, 其中 Mg 和 Ag 以 10:1 (Mg:Ag) 的比例存在, 并且以从 0nm 至 200nm 的厚度在 Mg:Ag 层上形成 Alq3 层。

[0042] 根据本发明的实施方案, 有利的装置可以包括具有透明阳极电极 (例如, ITO 底部阳极电极) 和透明阴极电极 (例如, 薄 Mg:Ag/Alq3 顶部阴极电极)、利用镜的至少部分透明、单侧发射的 OLED。镜可以对具有在一定范围 (或多个范围) 中的波长的光具有非常高 (例如, 约 90% 或 >90%) 的反射率, 同时对具有在一个不同范围或多个范围内的波长的光具有低的 (例如, 20% 或更少) 反射率。例如, 如图 2A 所示, 镜可以对具有在从约 475nm 至约 550nm 的范围内的波长的光具有超过 98% 的反射率, 并且对具有约 440nm 或约 600nm 的波长的光透射率为 >80% (反射率为 20% 或更少)。镜可以对光的可见光谱的至少一部分透明, 并且穿过镜的光可以具有例如如图 3A 所示的轻微带红色的外观。在许多实施方案中, 大于 90% 的从 OLED 反射的光将透过透明阳极电极透射, 并且只有非常小部分 (<10%) 的在一定波长范围内的光可以透过镜透射。

[0043] 在本发明的许多实施方案中, 装置的 OLED 可以合并有镜。OLED 可以包括发射具有在可见光谱中的给定波长或具有在至少一部分在可见光谱中的波长范围内的波长的光的发光层 (例如, 有机发光层)。镜可以反射由 OLED 的发光层发射的可见光的至少一部分。例如, 镜可以反射大于 90% 的由 OLED 的发光层发射的可见光。在各种实施方案中, 镜可以反射由 OLED 的发光层发射的可见光的以下百分比或范围内的任何一项百分比或范围: 90%、约 90%、>91%、91%、约 91%、>92%、92%、约 92%、>93%、93%、约 93%、>94%、94%、约 94%、>95%、95%、约 95%、>96%、96%、约 96%、>97%、97%、约 97%、>98%、98%、约 98%、>99%、99%、约 99%、约 100%、100%、>89%、89%、约 89%、>88%、88%、约 88%、>87%、87%、约 87%、>86%、86%、约 86%、>85%、85%、

约 85%、>84%、84%、约 84%、>83%、83%、约 83%、>82%、82%、约 82%、>81%、81%、约 81%、>80%、80%、约 80%、>79%、79%、约 79%、>78%、78%、约 78%、>77%、77%、约 77%、>76%、76%、约 76%、>75%、75%、约 75%、>74%、74%、约 74%、>73%、73%、约 73%、>72%、72%、约 72%、>71%、71%、约 71%、>70%、70%、约 70%、至少 90%、至少 91%、至少 92%、至少 93%、至少 94%、至少 95%、至少 96%、至少 97%、至少 98%、至少 99%、至少 89%、至少 88%、至少 87%、至少 86%、至少 85%、至少 84%、至少 83%、至少 82%、至少 81%、至少 80%、至少 79%、至少 78%、至少 77%、至少 76%、至少 75%、至少 74%、至少 73%、至少 72%、至少 71% 或至少 70%。

[0044] 镜也可以对在可见光谱中的光的至少一部分透明或透射。例如，镜可以对不包括由 OLED 的发光层发射的可见光谱的部分的可见光的部分的 <20%（也就是说，具有在不与由 OLED 的发光层发射的光的波长或波长范围重叠的范围内的波长的可见光的 <20%）反射（即，能透射 >80%）。在各种实施方案中，镜可以对具有与由 OLED 的发光层发射的光不重叠的波长或波长范围的可见光的以下百分比或范围内的任意一个百分比或范围反射：20%、约 20%、<21%、21%、约 21%、<22%、22%、约 22%、<23%、23%、约 23%、<24%、24%、约 24%、<25%、25%、约 25%、<26%、26%、约 26%、<27%、27%、约 27%、<28%、28%、约 28%、<29%、29%、约 29%、约 0%、0%、<19%、19%、约 19%、<18%、18%、约 18%、<17%、17%、约 17%、<16%、16%、约 16%、<15%、15%、约 15%、<14%、14%、约 14%、<13%、13%、约 13%、<12%、12%、约 12%、<11%、11%、约 11%、<10%、10%、约 10%、<9%、9%、约 9%、<8%、8%、约 8%、<7%、7%、约 7%、<6%、6%、约 6%、<5%、5%、约 5%、<4%、4%、约 4%、<3%、3%、约 3%、<2%、2%、约 2%、<1%、1%、约 1%、<30%、30%、约 30%、不大于 20%、不大于 21%、不大于 22%、不大于 23%、不大于 24%、不大于 25%、不大于 26%、不大于 27%、不大于 28%、不大于 29%、不大于 19%、不大于 18%、不大于 17%、不大于 16%、不大于 15%、不大于 14%、不大于 13%、不大于 12%、不大于 11%、不大于 10%、不大于 9%、不大于 8%、不大于 7%、不大于 6%、不大于 5%、不大于 4%、不大于 3%、不大于 2%、不大于 1% 或不大于 30%。

[0045] 镜可以对可见光谱中的光的至少一部分透明或透射。例如，镜可以对可见光的整个光谱的 >80% 反射。在各种实施方案中，镜可以对可见光的整个光谱的以下百分比或范围内的任意一个百分比或范围反射：20%、约 20%、<21%、21%、约 21%、<22%、22%、约 22%、<23%、23%、约 23%、<24%、24%、约 24%、<25%、25%、约 25%、<26%、26%、约 26%、<27%、27%、约 27%、<28%、28%、约 28%、<29%、29%、约 29%、<30%、30%、或约 30%、<31%、31%、约 31%、<32%、32%、约 32%、<33%、33%、约 33%、<34%、34%、约 34%、<35%、35%、约 35%、<36%、36%、约 36%、<37%、37%、约 37%、<38%、38%、约 38%、<39%、39%、约 39%、<40%、40%、或约 40%、<41%、41%、约 41%、<42%、42%、约 42%、<43%、43%、约 43%、<44%、44%、约 44%、<45%、45%、约 45%、<46%、46%、约 46%、<47%、47%、约 47%、<48%、48%、约 48%、<49%、49%、约 49%、<50%、50%、或约 50%、<51%、51%、约 51%、<52%、52%、约 52%、<53%、53%、约 53%、<54%、54%、约 54%、<55%、55%、约 55%、<56%、56%、约 56%、<57%、57%、约 57%、<58%、58%、约 58%、<59%、59%、约 59%、<60%、60%、或约 60%、<61%、61%、约 61%、<62%、62%、约 62%、<63%、63%、约 63%、<64%、64%、约 64%、<65%、65%、约 65%、<66%、66%、约 66%、<67%、67%、约 67%、<68%、68%、约 68%、<69%、69%、约 69%、<70%、70%、或约 70%、<71%、71%、约 71%、<72%、72%、约 72%、<73%、73%、约 73%、<74%、74%、约 74%、<75%、75%、约 75%、<76%、76%、约 76%、<77%、77%、约 77%、<78%、78%、约 78%、<79%、79%、约 79%、<80%、80%、或约 80%、<81%、81%、约 81%、<82%、82%、约 82%、<83%、83%、约 83%、<84%、84%、约 84%、<85%、85%、约 85%、<86%、86%、约 86%、<87%、87%、约 87%、<88%、88%、约 88%、<89%、89%、约 89%、90%、约 90%、>90%、>89%、>88%、

>87%、>86%、>85%、>84%、>83%、>82%、>81%、>80%、>79%、>78%、>77%、>76%、>75%、>74%、>73%、>72%、>71%、>70%、>20%、>21%、>22%、>23%、>24%、>25%、>26%、>27%、>28%、>29%、>30%、>31%、>32%、>33%、>34%、>35%、>36%、>37%、>38%、>39%、>40%、>41%、>42%、>43%、>44%、>45%、>46%、>47%、>48%、>49%、>50%、>51%、>52%、>53%、>54%、>55%、>56%、>57%、>58%、>59%、>60%、>61%、>62%、>63%、>64%、>65%、>66%、>67%、>68%、>69%、至少 90%、至少 89%、至少 88%、至少 87%、至少 86%、至少 85%、至少 84%、至少 83%、至少 82%、至少 81%、至少 80%、至少 79%、至少 78%、至少 77%、至少 76%、至少 75%、至少 74%、至少 73%、至少 72%、至少 71%、至少 70%、至少 20%、至少 21%、至少 22%、至少 23%、至少 24%、至少 25%、至少 26%、至少 27%、至少 28%、至少 29%、至少 19%、至少 18%、至少 17%、至少 16%、至少 15%、至少 14%、至少 13%、至少 12%、至少 11%、至少 10%、至少 9%、至少 8%、至少 7%、至少 6%、至少 5%、至少 4%、至少 3%、至少 2%、至少 1%、至少 30%、至少 31%、至少 32%、至少 33%、至少 34%、至少 35%、至少 36%、至少 37%、至少 38%、至少 39%、至少 40%、至少 41%、至少 42%、至少 43%、至少 44%、至少 45%、至少 46%、至少 47%、至少 48%、至少 49%、至少 50%、至少 51%、至少 52%、至少 53%、至少 54%、至少 55%、至少 56%、至少 57%、至少 58%、至少 59%、至少 60%、至少 61%、至少 62%、至少 63%、至少 64%、至少 65%、至少 66%、至少 67%、至少 68%、至少 69%、不大于 90%、不大于 89%、不大于 88%、不大于 87%、不大于 86%、不大于 85%、不大于 84%、不大于 83%、不大于 82%、不大于 81%、不大于 80%、不大于 79%、不大于 78%、不大于 77%、不大于 76%、不大于 75%、不大于 74%、不大于 73%、不大于 72%、不大于 71%、不大于 70%、不大于 20%、不大于 21%、不大于 22%、不大于 23%、不大于 24%、不大于 25%、不大于 26%、不大于 27%、不大于 28%、不大于 29%、不大于 30%、不大于 31%、不大于 32%、不大于 33%、不大于 34%、不大于 35%、不大于 36%、不大于 37%、不大于 38%、不大于 39%、不大于 40%、不大于 41%、不大于 42%、不大于 43%、不大于 44%、不大于 45%、不大于 46%、不大于 47%、不大于 48%、不大于 49%、不大于 50%、不大于 51%、不大于 52%、不大于 53%、不大于 54%、不大于 55%、不大于 56%、不大于 57%、不大于 58%、不大于 59%、不大于 60%、不大于 61%、不大于 62%、不大于 63%、不大于 64%、不大于 65%、不大于 66%、不大于 67%、不大于 68%、或不大于 69%。

[0046] 在一个实施方案中，装置的 OLED 可以合并有镜并且可以包括发射在可见光谱中的至少一部分的光的发光层（例如，有机发光层）。在各种实施方案中，镜可以反射由 OLED 的发光层发射的至少 80% 或至少 90% 的可见光，并且也可以对除由 OLED 的发光层发射的光以外的不大于 90% 的可见光反射。在各种实施方案中，镜可以反射由 OLED 的发光层发射的可见光的以上所列的范围的值中的任何值，并且也可以对对于与由 OLED 的发光层发射的光的波长范围不重叠的可见光的波长范围的以上所列的范围的值中的任何值反射。

[0047] 根据本发明的一个实施方案，有利的装置可以包括可以含有镜、透明阳极电极（例如，ITO 底部阳极电极）、透明阴极电极（例如，薄 Mg:Ag/Alq₃ 顶部阴极电极）以及有机发光层的至少部分透明的单侧发射 OLED。在各种实施方案中，镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 80% 或至少 90%，并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 90%。镜可以为介质堆叠镜，并且可以包括具有不同折射率的两种介质材料的交替层。介质材料可以为例如 Ta₂O₅ 或 SiO₂。

[0048] 在另一实施方案中，镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 80%，并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 80%。

[0049] 在又一实施方案中,镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 80%,并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 50%。

[0050] 在又一实施方案中,镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 80%,并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 20%。

[0051] 在又一实施方案中,镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 90%,并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 50%。

[0052] 在又一实施方案中,镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 90%,并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 20%。

[0053] 在又一实施方案中,镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 90%,并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 10%。

[0054] 在又一实施方案中,镜可以反射由有机发光层发射的可见光的至少 80%,并且可以反射除由 OLED 的有机发光层发射的光之外的可见光的不大于 10%。

[0055] 在许多实施方案中,本发明可以包括 PV 电池,其中 PV 电池对具有一种或更多种波长的光子敏感,其中一种或更多种波长在一个波长范围(其可以称为例如“PV 电池波长范围”)内,使得一种或更多种波长中的至少之一不在 PV 电池波长范围内。PV 电池可以敏感的一种或更多种波长中的至少之一可以大于 $1\ \mu\text{m}$ 。在另一实施方案中,PV 电池可以敏感的一种或更多种波长中的至少之一可以大于 $0.85\ \mu\text{m}$ 。在又一实施方案中,PV 电池可以敏感的一种或更多种波长中的至少之一可以大于 $0.75\ \mu\text{m}$ 。在又一实施方案中,PV 电池可以敏感的一种或更多种波长中的至少之一可以大于 $0.70\ \mu\text{m}$ 。

[0056] 如在现有技术中已知的,光谱的可见范围为从 380nm 至 750nm,380nm 和 750nm 包括在内。

[0057] 参照图 4B,根据本发明的一个实施方案的装置的 PV 电池可以导致增加的功率转换效率(PCE)。图 4B 示出作为入射光的波长(nm)的函数的光谱辐射照度($\text{W}/\text{m}^2\text{nm}$)。对于对具有在从约 400nm 至约 850nm 的范围内的波长的光敏感的有机光伏电池(例如,包括 CdTe),如果将在从约 400nm 至约 850nm 的范围内的所有光子转换为载流子,则 J_{sc} 为 $29.1\text{mA}/\text{cm}^2$,并且如果 V_{oc} 为 0.85V 而且填充因子(FF)为 80%,则 PCE 为 20%。对于包括 PbS 量子点并且对具有在从约 700nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光敏感的 IR PV 电池,如果将在从约 700nm 至约 2000nm 的范围内的所有光子转换为载流子,则 J_{sc} 为 $44.0\text{mA}/\text{cm}^2$,并且如果 V_{oc} 为 0.5V 而且 FF 为 80%,则 PCE 为 17.6%。对于包括 PbS 量子点并且对具有在从约 850nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光敏感的 IR PV 电池,如果将在从约 850nm 至约 2000nm 的范围内的所有光子转换为载流子,则 J_{sc} 为 $33.4\text{mA}/\text{cm}^2$,并且如果 V_{oc} 为 0.5V 而且 FF 为 80%,则 PCE 为 13.4%。

[0058] 使用溶液可加工的纳米晶体(例如,PbS 或 PbSe 纳米晶体)的红外光电探测器已经在要求美国临时专利申请系列第 61/416,630 号(2010 年 11 月 23 号提交)的优先权的美国专利申请系列第 13/272,995 号(2011 年 10 月 13 号提交)中描述,通过引用将两者的全部公开内容并入本文。这样的 IR 光电探测器已经被证明适合于大面积生产。在本发明的实施方案中,光伏电池可以具有与在要求美国临时专利申请系列第 61/416,630 号的优先权的美国专利申请系列第 13/272,995 号中所描述的红外光电探测器的结构类似的结构、和/或与在美国临时专利申请系列第 61/416,630 号中所描述的红外光电探测器的结构类似的

结构。此外,参照图 4A,其示出 PbSe 量子点的吸光度,PbSe 量子点具有红外敏感性。

[0059] 再次参照图 1A 和图 1B,根据许多实施方案,装置 10 的 PV 电池 50 (例如,IR PV 电池)可以对具有大于 $1\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感。在一个实施方案中,PV 电池 50 对具有在 2500nm 以下的波长的光子敏感。在另一实施方案中,PV 电池 50 对具有在约 2000nm 以下的波长的光子敏感。在另一实施方案中,PV 电池 50 对具有在 2000nm 以下的波长的光子敏感。在又一实施方案中,PV 电池 50 对具有在从约 850nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光子敏感。

[0060] 应该理解,在本说明书中并且在所附权利要求中,当 PV 电池 50 被描述为对具有给定值的波长、在给定范围内的波长或至少一定值的波长的光子敏感时,如果没有明确说明,则其不排除 PV 电池 50 对具有不同于给定值的波长、在给定范围之外的波长或小于一定值的波长的光子敏感。也就是说,在本说明书中和在所附权利要求中,当 PV 电池 50 被描述为对具有给定值的波长、在给定范围内的波长或至少一定值的波长的光子敏感时,除非明确声明 PV 电池 50 只对具有所声明的值或在所声明的范围内的光子敏感,或者 PV 电池 50 对具有给定值、在给定范围之内或大于一定值的光子不敏感,否则 PV 电池 50 至少对这些光子敏感,并且对具有不同于给定值的波长、在给定的范围之外的波长或小于一定值的波长的光子可以敏感或也可以不敏感。

[0061] 在各种实施方案中,PV 电池 50 可以对具有以下值(所有值以 μm 为单位)中的至少任意值的波长的光子敏感:0.40、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.50、0.51、0.52、0.53、0.54、0.55、0.56、0.57、0.58、0.59、0.60、0.61、0.62、0.63、0.64、0.65、0.66、0.67、0.68、0.69、0.70、0.71、0.72、0.73、0.74、0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.80、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.90、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1.00、1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09、1.10、1.11、1.12、1.13、1.14、1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、1.20、1.21、1.22、1.23、1.24、1.25、1.26、1.27、1.28、1.29、1.30、1.31、1.32、1.33、1.34、1.35、1.36、1.37、1.38、1.39、1.40、1.41、1.42、1.43、1.44、1.45、1.46、1.47、1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、1.54、1.55、1.56、1.57、1.58、1.59、1.60、1.61、1.62、1.63、1.64、1.65、1.66、1.67、1.68、1.69、1.70、1.71、1.72、1.73、1.74、1.75、1.76、1.77、1.78、1.79、1.80、1.81、1.82、1.83、1.84、1.85、1.86、1.87、1.88、1.89、1.90、1.91、1.92、1.93、1.94、1.95、1.96、1.97、1.98 或 1.99 (即,PV 电池 50 可以对具有至少 $0.40\ \mu\text{m}$ 、至少 $0.41\ \mu\text{m}$ 、……、至少 $1.99\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感)。在另一实施方案中,PV 电池 50 可以只对具有以下值(所有值以 μm 为单位)中的至少任何值的波长的光子敏感,同时对具有小于该值的波长的任何光子不敏感:0.40、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.50、0.51、0.52、0.53、0.54、0.55、0.56、0.57、0.58、0.59、0.60、0.61、0.62、0.63、0.64、0.65、0.66、0.67、0.68、0.69、0.70、0.71、0.72、0.73、0.74、0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.80、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.90、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1.00、1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09、1.10、1.11、1.12、1.13、1.14、1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、1.20、1.21、1.22、1.23、1.24、1.25、1.26、1.27、1.28、1.29、1.30、1.31、1.32、1.33、1.34、1.35、1.36、1.37、1.38、1.39、1.40、1.41、1.42、1.43、1.44、1.45、1.46、1.47、1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、1.54、1.55、1.56、1.57、1.58、1.59、1.60、1.61、1.62、

1.63、1.64、1.65、1.66、1.67、1.68、1.69、1.70、1.71、1.72、1.73、1.74、1.75、1.76、1.77、1.78、1.79、1.80、1.81、1.82、1.83、1.84、1.85、1.86、1.87、1.88、1.89、1.90、1.91、1.92、1.93、1.94、1.95、1.96、1.97、1.98 或 1.99 (即, PV 电池 50 可以只对具有至少 $0.40\ \mu\text{m}$ 、至少 $0.41\ \mu\text{m}$ 、……、至少 $1.99\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感;同时对分别具有小于 $0.40\ \mu\text{m}$ 、 $0.41\ \mu\text{m}$ 、……、 $1.99\ \mu\text{m}$ 的波长的任何光子不敏感)。

[0062] 在某些实施方案中, PV 电池 50 可以包括含有量子点的 IR 敏感层。量子点可以为例如 PbS 或 PbSe 量子点, 但是实施方案不限于此。

[0063] 在许多实施方案中, 装置 10 可以包括在 PV 电池 50 的单侧或两侧上的电极 30。在一个实施方案中, PV 电池 50 包括透明阳极和透明阴极。每个电极层 30 可以为现有技术中已知的任何透明电极, 例如含有氧化铟锡(ITO)、碳纳米管(CNT)、氧化铟锌(IZO)、银纳米线、和 / 或 镁: 银 / Alq₃ (Mg:Ag/Alq₃) 堆叠层的层。在一个具体实施方案中, 透明电极层中的一层或更多层可以为 Mg:Ag/Alq₃ 堆叠层, 使得 Mg:Ag 层具有 10:1 (Mg:Ag) 的比例。Mg:Ag 层可以具有小于 30nm 的厚度, 并且 Alq₃ 层可以具有从 0nm 至 200nm 的厚度。每个电极层 30 可以对光谱的可见区域中的光的至少一部分透明。每个电极层 30 可以对光谱的红外区域中的光的至少一部分、优选为所有的光透明。在某些实施方案中, 每个电极层 30 可以对光谱的可见区域中的光的至少一部分、优选为所有的光透明以及对光谱的红外区域中的光的至少一部分、优选为所有的光透明。在一个实施方案中, 装置 10 可以包括在 OLED90 与 PV 电池 50 之间的玻璃基底 60。例如, 可以在玻璃基底 60 上制造 PV 电池 50, 并且然后可以将玻璃基底 60 耦接到也可以包括玻璃基底 60 的 OLED90 上。

[0064] 在许多实施方案中, 装置 10 可以配置成使得入射在 PV50 的输入表面上的穿过 PV 电池 50 并且从 PV 电池 50 的输出表面出来的光入射在 OLED95 的输入表面上并且进入并穿过 OLED95。

[0065] 在本发明的一个实施方案中, 照明区域的方法可以包括提供装置, 其中该装置包括 OLED 和 PV 电池。OLED 和 PV 电池可以为本文所描述的那些。例如, PV 电池可以对具有第一一种或更多种波长的光子敏感, 其中第一一种或更多种波长在 PV 电池波长范围内, 并且其中第一一种或更多种波长中的至少之一大于 $1\ \mu\text{m}$ 。在另一实施方案中, 第一一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.85\ \mu\text{m}$ 。在又一实施方案中, 第一一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.75\ \mu\text{m}$ 。在又一实施方案中, 第一一种或更多种波长中的至少之一大于 $0.70\ \mu\text{m}$ 。OLED 可以包括: 有机发光层; 镜; 第一阳极电极, 其中第一阳极电极对可见光透明; 第一阴极电极, 其中第一阴极电极对可见光透明。有机发光层可以布置在第一阳极电极与第一阴极电极之间, 并且镜可以布置成使得第一阳极电极和第一阴极电极中之一在镜与有机发光层之间。镜可以对第一可见光波长范围是反射性的, 其中由有机发光层发射的可见光的至少第一部分具有在第一可见光波长范围之内的波长, 并且其中镜对第二可见光波长范围是透射性的。有机发光层可以配置成使得其不发射具有在第二可见光波长范围的至少一部分中的波长的光。

[0066] 装置的 PV 电池可以至少对具有大于例如 $1\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感。在一个实施方案中, 装置的 PV 电池可以至少对具有大于例如 $0.85\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感。在又一实施方案中, 装置的 PV 电池可以至少对具有大于例如 $0.75\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感。在又一实施方案中, 装置的 PV 电池可以至少对具有大于例如 $0.70\ \mu\text{m}$ 的波长的光子敏感。在一个实施方

案中, PV 电池对具有在 2500nm 以下的波长的光子敏感。在另一实施方案中, PV 电池对具有在约 2000nm 以下的波长的光子敏感。在另一实施方案中, PV 电池对具有在 2000nm 以下的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 850nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 750nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 700nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 1000nm 至约 2000nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 850nm 至约 2500nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 750nm 至约 2500nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 700nm 至约 2500nm 的范围内的波长的光子敏感。在又一实施方案中, PV 电池对具有在从约 1000nm 至约 2500nm 的范围内的波长的光子敏感。

[0067] 在某些实施方案中, PV 电池可以包括含有量子点的 IR 敏感层。量子点可以为例如 PbS 或 PbSe 量子点, 但是实施方案不限于此。

[0068] 在本发明的实施方案中, 装置可以配置成使得入射光入射在 PV 电池上, 并且至少一部分光由 PV 电池吸收而且至少一部分光穿过 PV 电池和 OLED。

[0069] 在一个实施方案中, 形成装置的方法可以包括在玻璃基底上制造 PV 电池并且然后使玻璃基底与 OLED 耦接。该方法也可以包括在玻璃基底上形成 OLED 使得 PV 电池的玻璃基底与 OLED 的玻璃基底耦接。

[0070] 在另一实施方案中, 可以将 PV 电池涂在光学透明塑料膜上, 并且然后可以使光学透明塑料膜与 OLED 耦接。在又一实施方案中, 可以将 OLED 涂在光学透明塑料膜上, 并且然后可以使光学透明塑料膜与 PV 电池耦接。在又一实施方案中, 可以将 OLED 和 PV 电池两者涂在光学透明塑料膜上, 并且可以使 PV 电池的光学透明塑料膜与 OLED 的光学透明塑料膜耦接。光学透明塑料膜可以至少对一部分、优选为所有可见光透明。

[0071] 在某些实施方案中, 可以将一个或更多个附加 PV 电池合并到本发明的装置中。一个或更多个附加 PV 电池中的每个电池可以对在可见光谱中和 / 或红外光谱中的光敏感。例如, 可以包括对如可见光敏感的常规 PV 电池。在一个具体实施方案中, 所包括的任何附加 PV 电池对在 OLED 的镜透射的范围内的可见光的至少一部分不敏感。在一个优选的实施方案中, 所包括的任何附加 PV 电池对在 OLED 的镜透射的范围内的可见光中的任何光不敏感。

[0072] IR 光电探测器的制造在之前参考的要求美国临时专利申请系列第 61/416, 630 号 (2010 年 11 月 23 号提交) 的优先权的美国专利申请系列第 13/272, 995 号 (2011 年 10 月 13 号提交) 中描述, 和 / 或在美国临时专利申请系列第 61/416, 630 号 (2010 年 11 月 23 号提交) 中描述, 并且现在将再次详细地描述。

[0073] 要求美国临时专利申请系列第 61/416, 630 号 (2010 年 11 月 23 号提交) 的优先权的美国专利申请系列第 13/272, 995 号 (2011 年 10 月 13 号提交)、和 / 或美国临时专利申请系列第 61/416, 630 号 (2010 年 11 月 23 号提交) 描述了用于作为传感器使用和用于在上转换器件中使用的具有高探测灵敏度的红外光电探测器。当暗电流为主要的噪声因素时, 探测灵敏度可以表示为以下等式 (1)。

$$D^* = R / (2qJ_d)^{1/2} \quad (1)$$

[0075] 其中 R 为响应度, J_d 为暗电流密度, 并且 q 为元电荷 ($1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)。为了获得具有

最佳探测灵敏度的光电探测器,需要非常低的暗电流密度。根据本发明的实施方案的光电探测器包括具有深的最高被占用分子轨道(HOMO)的空穴阻挡层(HBL)以及具有高的最低空余分子轨道(LUMO)的电子阻挡层(EBL),其中将 EBL 置于 IR 光敏层的阳极面对表面上并且将 HBL 置于 IR 光敏层的阴极面对表面上。层的厚度可以在从约 20nm 到约 500nm 的范围内,并且其中电极之间的总间距小于 $5\ \mu\text{m}$ 。根据本发明的实施方案的 IR 光电探测器在小于 5V 的施加电压下提供高探测灵敏度。

[0076] IR 光敏层可以为包含有机或有机金属的材料或无机材料。该材料可以完全吸收 IR 的延伸超出近 IR (700nm 至 1400nm) 的大部分,例如延伸到最高达 1800nm、2000nm、2500nm 或更大的波长。示例性的包含有机或有机金属的材料包括:二萘嵌苯-3,4,9,10-四羧酸-3,4,9,10-双酞(PCTDA)、酞菁锡(II)(SnPc)、SnPc:C₆₀、氯铝酞菁(AlPcCl)、AlPcCl:C₆₀、钛氧基酞菁(TiOPc)、以及 TiOPc:C₆₀。用作光敏层使用的无机材料包括:PbSe 量子点(QD)、PbS QD、PbSe 薄膜、PbS 薄膜、InAs、InGaAs、Si、Ge 以及 GaAs。

[0077] HBL 可以为包括以下但不限于此的包含有机或有机金属的材料:2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(BCP)、p-双(三苯基甲硅烷基)苯(UGH2)、4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(Bphen)、三(8-羟基喹啉)铝(Alq3)、3,5'-N,N'-联咪唑-苯(mCP)、C₆₀ 以及三[3-(3-吡啶)-~~菜基~~]硼烷(3TPYMB)。可替代地,HBL 可以为包括但不限于 ZnO 或 TiO₂的薄膜或纳米颗粒的无机材料。

[0078] EBL 可以为有机材料,例如但不限于:聚(9,9-二辛酯-芴-共-N-(4-丁基苯基)二苯胺)(TFB)、1,1-双[二-4-甲苯基氨基]苯基环己烷(TAPC)、N,N'-二苯基-N,N'(2-萘基)-(1,1'-二苯基)-4,4'-二胺(NPB)、N,N'-二苯基-N,N'-二(m-甲苯基)联苯胺(TPD)、聚-N,N'-双4-丁基苯基-N,N'-双-苯基联苯胺(聚 TPD)、或聚苯乙烯-N,N-二苯基-N,N-双(4-n-丁基苯基)-(1,10-二苯基)-4,4'-二胺-全氟环丁烷(PS-TPD-PFCB)。

[0079] 制备了光电探测器,所述光电探测器不具有阻挡层、具有作为 EBL 的聚 TPD 并且具有作为 HBL 的 ZnO 纳米颗粒,并且分别用聚 TPD 和 ZnO 纳米颗粒作为 EBL 和 HBL,其中 IR 光敏层包括 PbSe 纳米晶体。对于从没有阻挡层的光电探测器到具有 EBL 和 HBL 的光电探测器,光电探测器的暗电流-电压(J-V)曲线降低了大于 3 个数量级。具有两者阻挡层的光电探测器对于 IR 以及小于 950nm 的可见波长示出大于 10^{11} Jones 的探测灵敏度。

[0080] 也构造了不具有阻挡层并且具有 EBL 和 HBL 层的无机纳米颗粒光电探测器。光电探测器包括各种 HBL (BCP、C60 或 ZnO)、EBL (TFB 或聚 TPD),以及包括 PbSe 量子点的 IR 光敏层。尽管降低的数量有差别,但是位于 PbSe 掺杂光电探测器上的 EBL 和 HBL 的布置导致在低施加电压下的暗电流的显著降低。

[0081] 实施例 1

[0082] 制造了用于在本发明的装置中使用的 OLED,包括:具有约 1mm 的厚度的玻璃基底;直接在玻璃基底上的介质堆叠镜;直接在介质堆叠镜上的包含 ITO 并且具有约 110nm 的厚度的透明阳极电极;直接在透明阳极电极上的包含 NPB 并且具有约 70nm 的厚度的空穴传输层;直接在空穴传输层上的包含 Alq3 并且具有约 70nm 的厚度的有机发光层;以及直接在有机发光层上的包含具有约 50nm 的厚度的 Alq3 并且具有约 11nm 的厚度的 Mg:Ag 层的透明阴极电极。

[0083] 参照图 3C,对于该单侧透明 OLED 的顶发射和底发射两者示出作为电压的函数的

电流密度(mA/cm^2)和亮度(Cd/m^2)。该 OLED 的顶发射到底发射的比例为约 9:1。参照图 3D, 对于该单侧透明的 OLED 的顶发射和底发射两者示出作为电流密度(mA/cm^2)的函数的电流效率(cd/A)。

[0084] 本文提及或引用的所有专利、专利申请、临时申请以及出版物的全部内容(包括所有图和表)以不与本说明书的明确教导相矛盾的程度通过引用并入本文。

[0085] 应该理解, 本文所描述的实施例和实施方案仅为了说明性的目的, 并且根据其做出的各种修改和变化对于本领域的普通技术人员将是可想到的, 并且这些修改和变化包括在本申请的精神和范围之内。

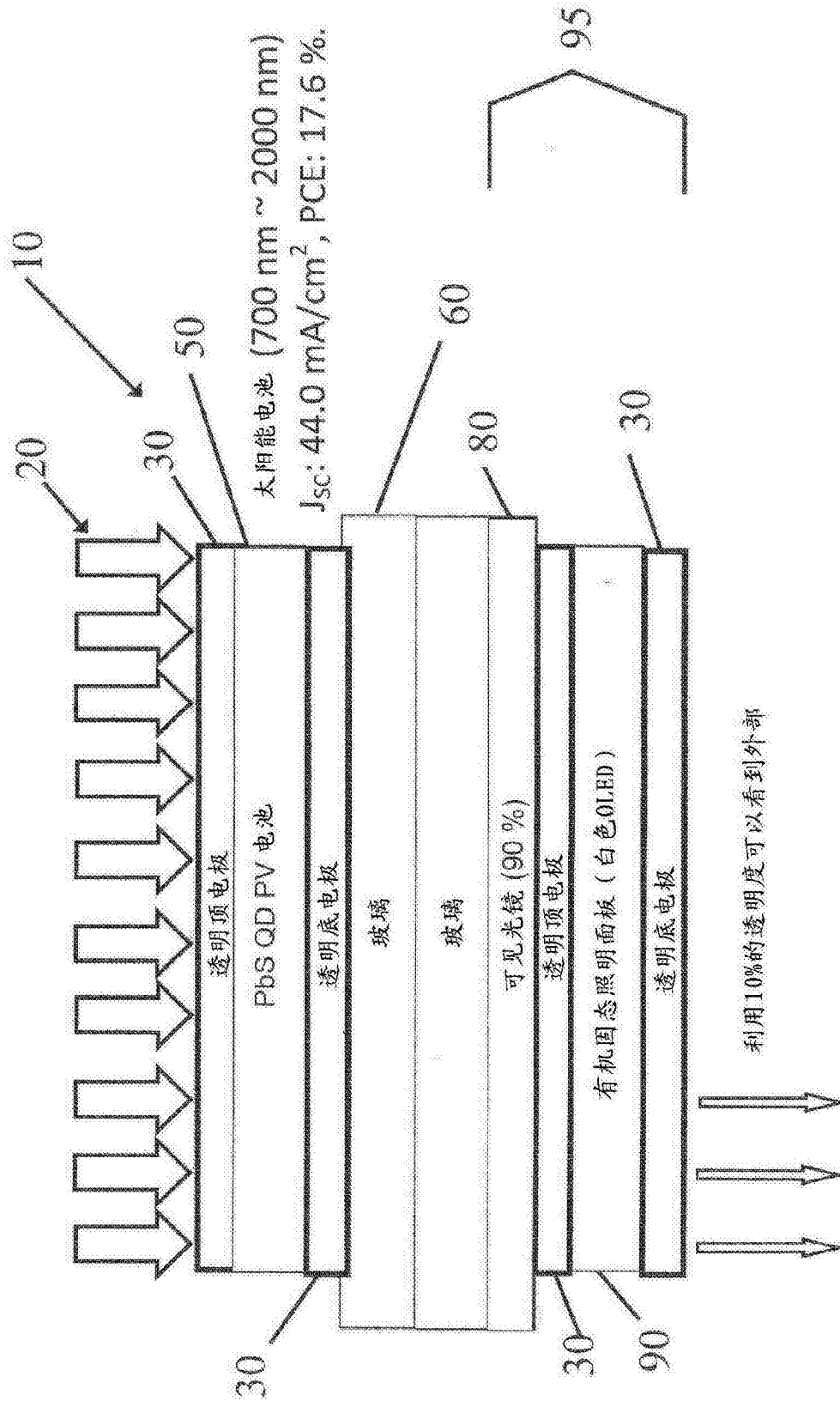


图 1A

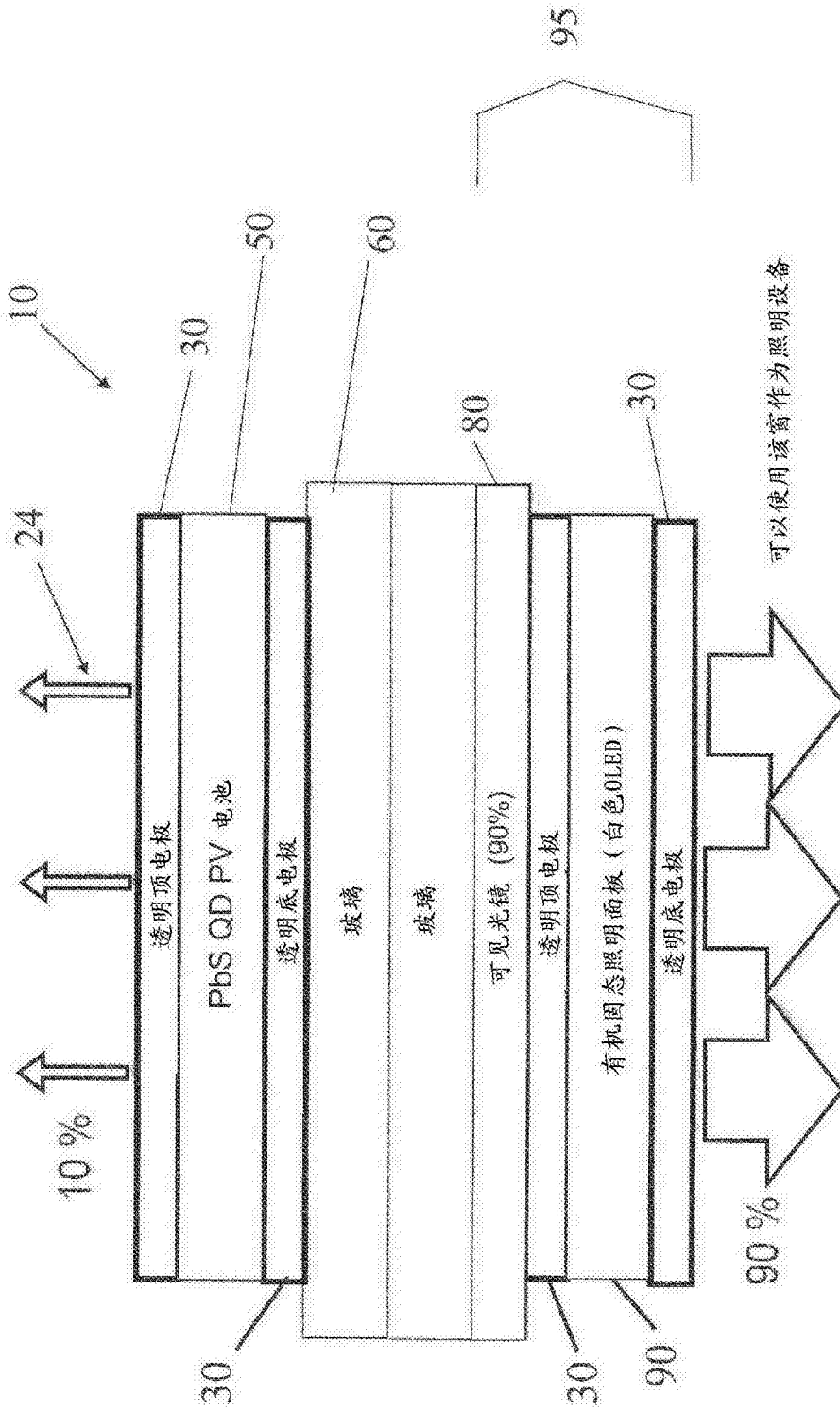


图 1B

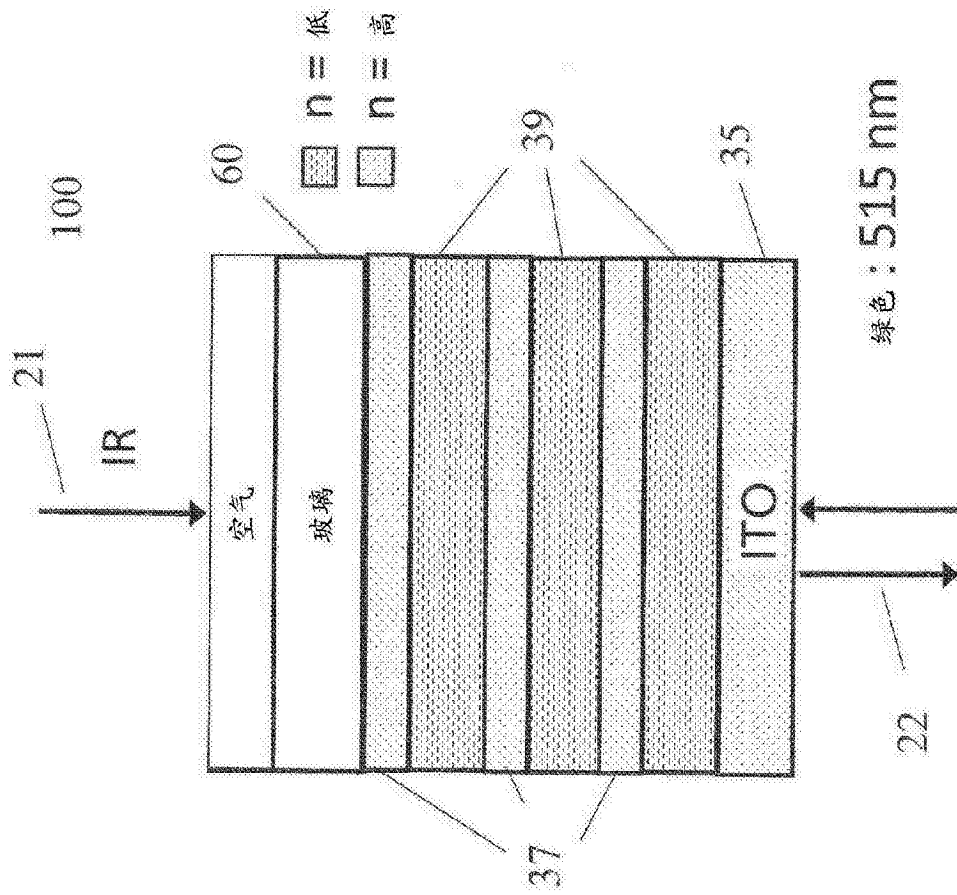


图 2A

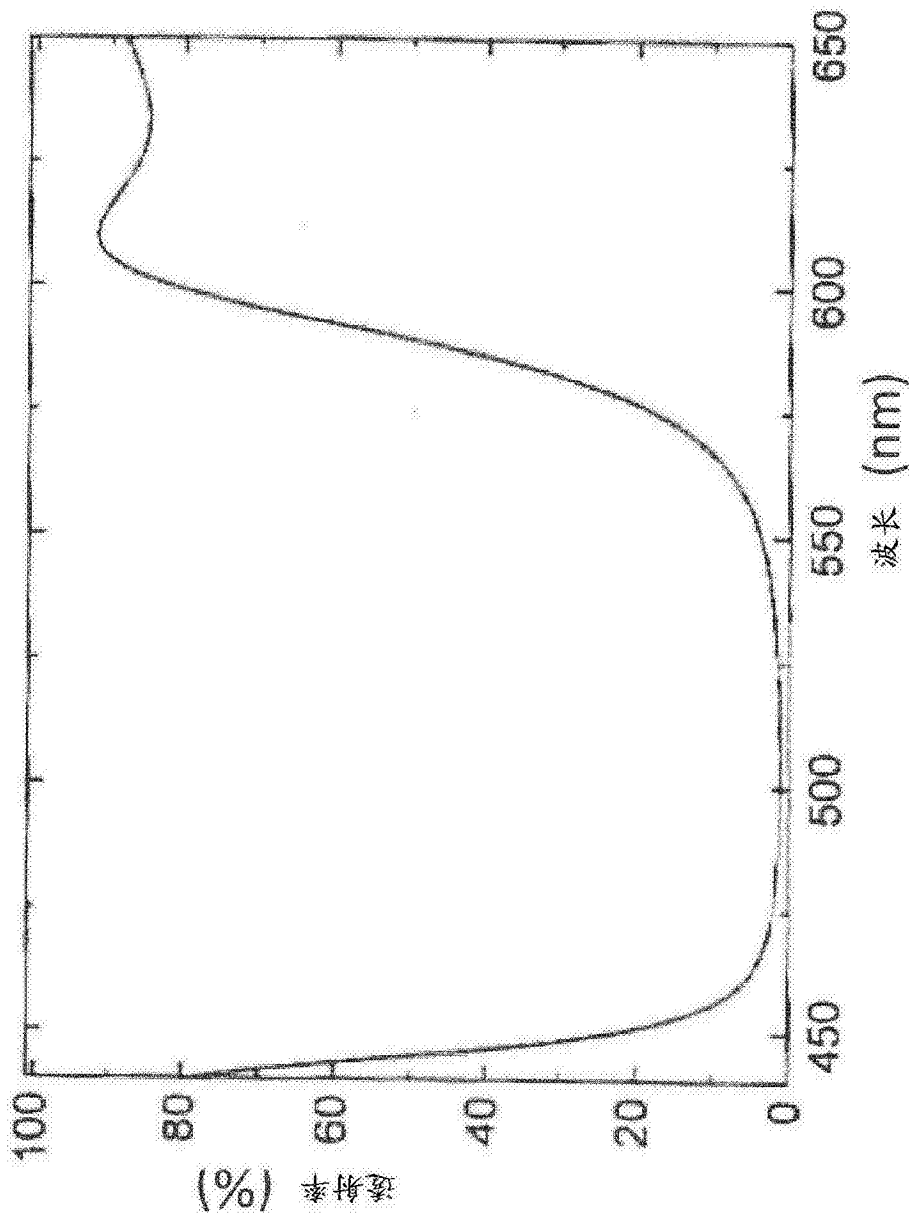


图 2B



图 3A

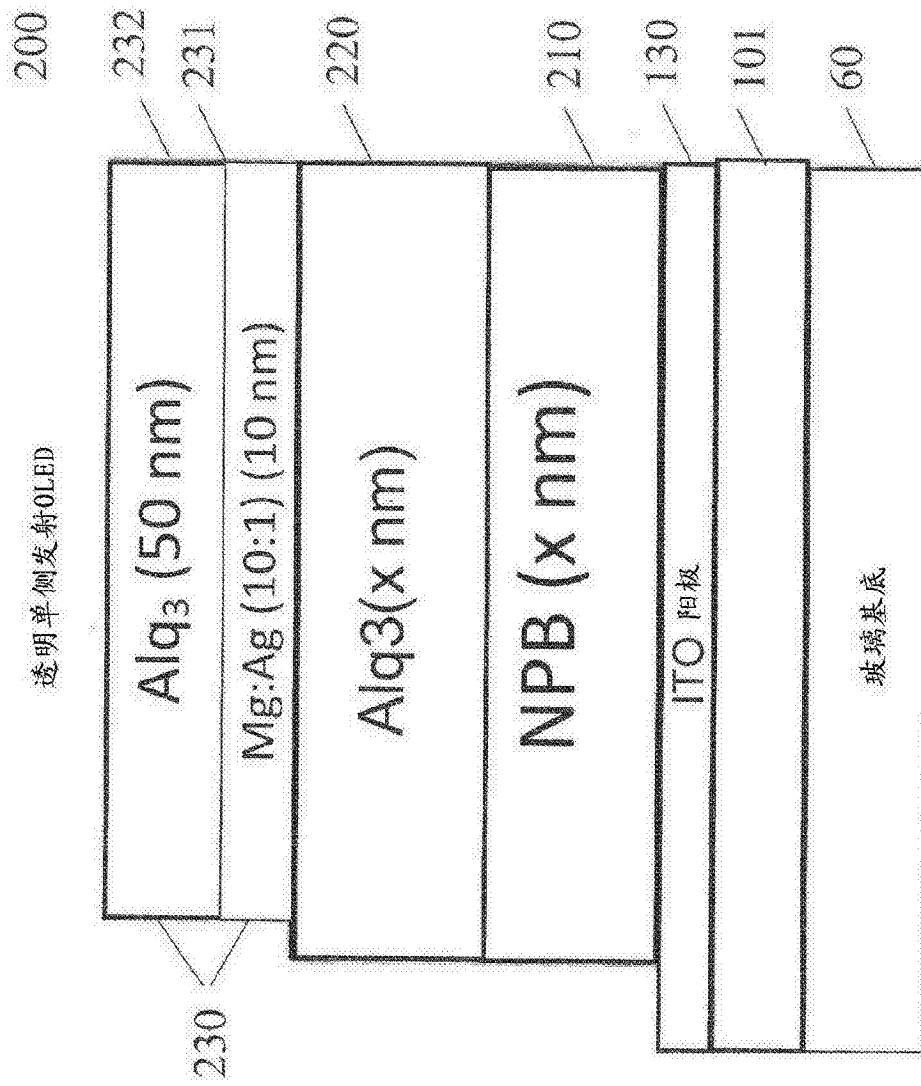
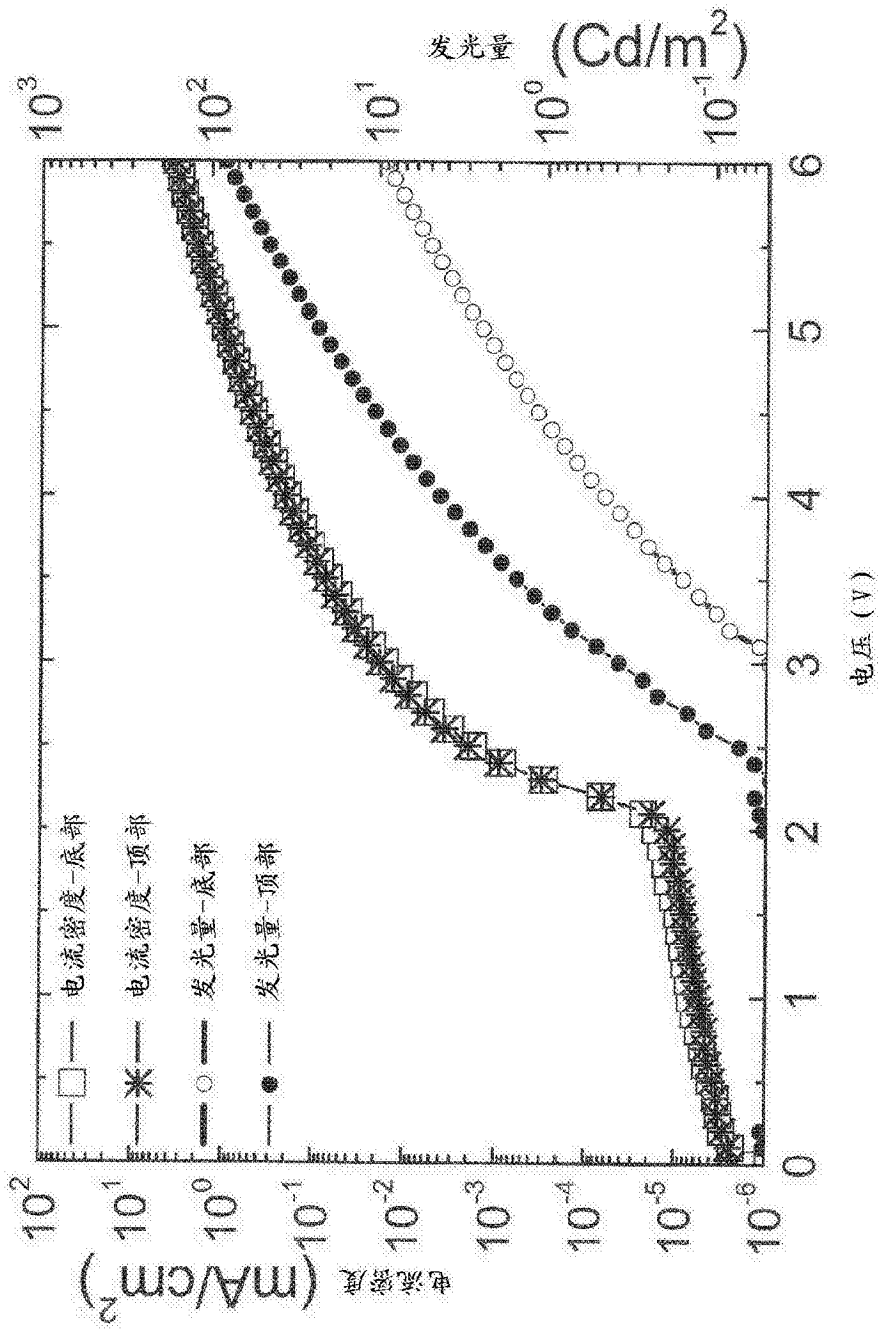


图 3B



✓ 顶发射/底发射比率: 9/1

图 3C

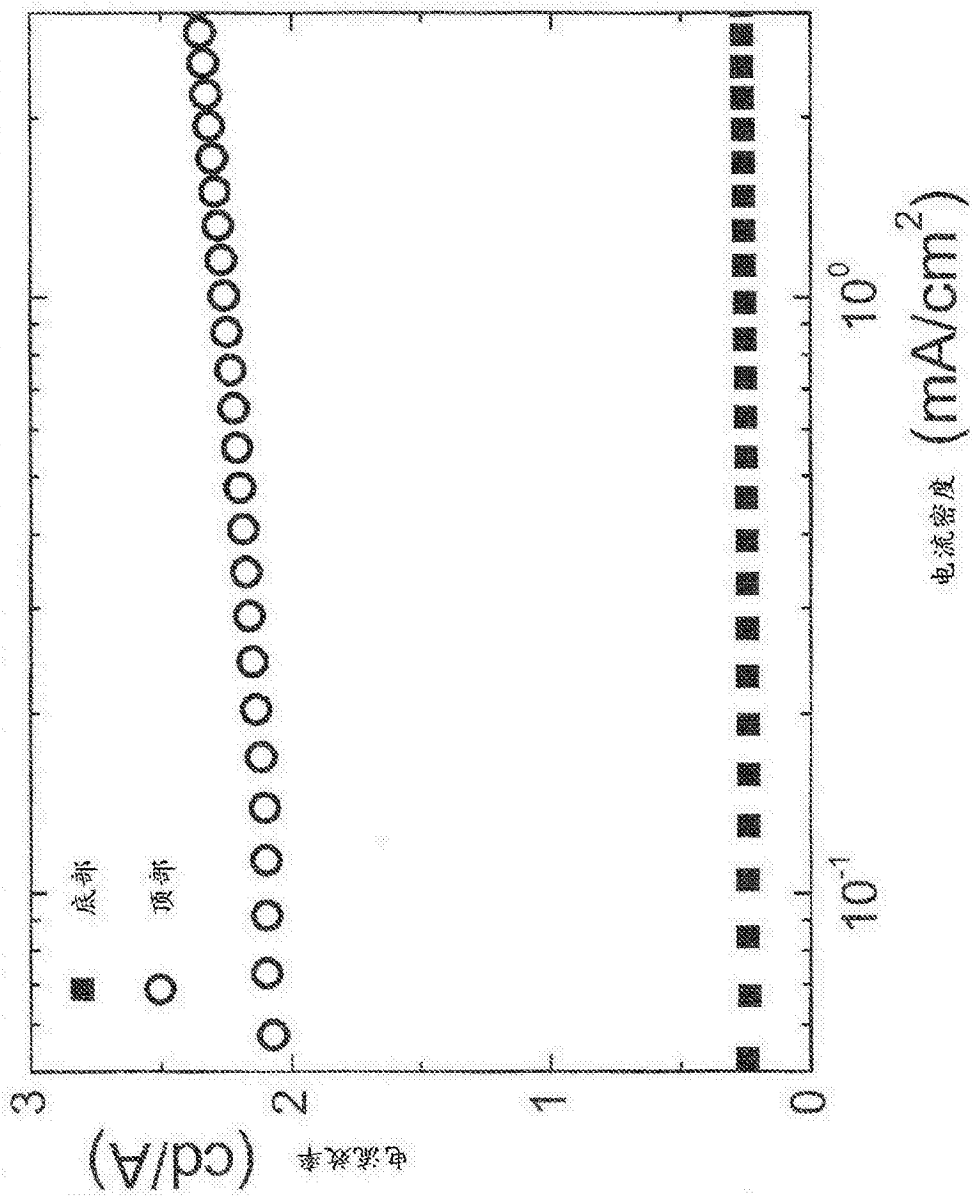


图 3D

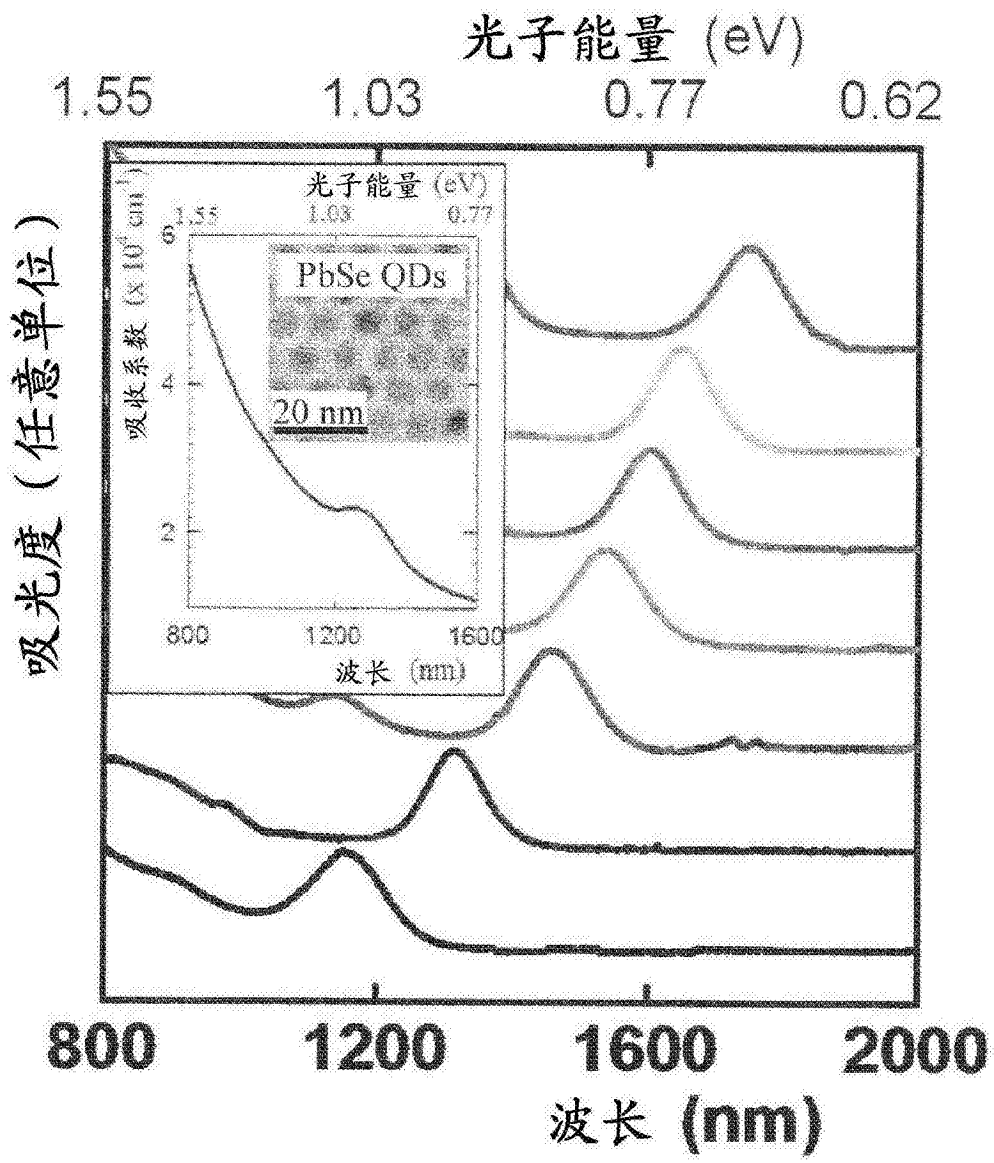


图 4A

J_{sc} 和 PCE 的理论最大值

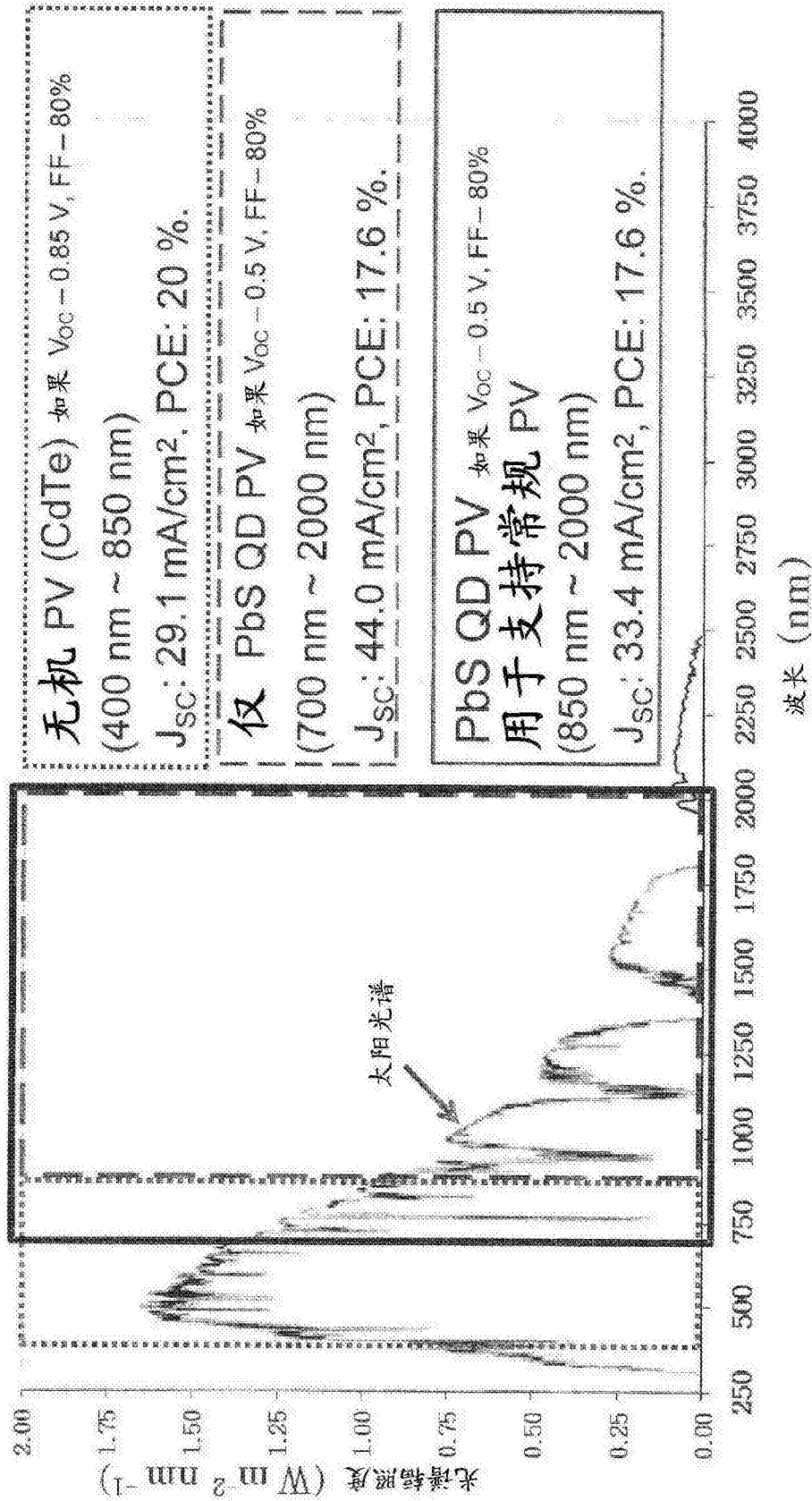


图 4B