



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101939855 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 30

(21) 申请号 200880126542. 6

(22) 申请日 2008. 11. 07

(30) 优先权数据

61/012, 608 2007. 12. 10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/082778 2008. 11. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02009/075973 EN 2009. 06. 18

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 迈克尔·A·哈斯 托马斯·J·米勒

孙晓光

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 梁晓广 关兆辉

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007/0051967 A1, 2007. 03. 08,

JP 特开 2007-103936 A, 2007. 04. 19,

JP 特开 2007-158334 A, 2007. 06. 21,

US 2007/0045609 A1, 2007. 03. 01,

CN 101076898 A, 2007. 11. 21,

审查员 胡贺伟

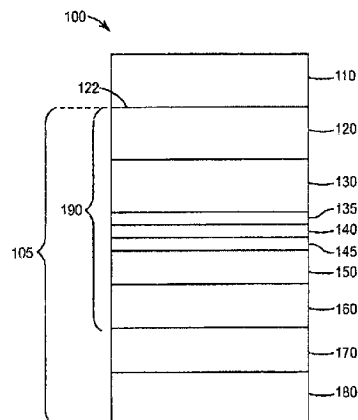
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

半导体发光装置及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种发光装置及其制造方法。所述发光装置包括发光二极管(LED), 所述LED发射蓝光或紫外光并且附接到半导体构造。所述半导体构造包括再发光半导体构造, 所述再发光半导体构造包含至少一层 II-VI 化合物, 并且把发射的蓝光或紫外光的至少一部分转换成更长波长的光。所述半导体构造还包括腐蚀停止构造, 所述腐蚀停止构造包含 AlInAs 或 GaInAs 化合物。所述腐蚀停止构造能够抵抗可以腐蚀 InP 的腐蚀剂。



1. 一种发光装置,包括发射蓝光或紫外光的发光二极管(LED),所述发光二极管附接到半导体构造,所述半导体构造包括:

再发光半导体构造,包括至少一层 II-VI 化合物,所述 II-VI 化合物把发射的蓝光或紫外光的至少一部分转换成更长波长的光;以及

腐蚀停止构造,包括 AlInAs 或 GaInAs 化合物,所述腐蚀停止构造能够抵抗可以腐蚀 InP 的腐蚀剂

其中所述再发光半导体构造被设置在所述发光二极管和所述腐蚀停止构造之间。

2. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述发光二极管包括 GaN 基发光二极管。

3. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述至少一层 II-VI 化合物包括势阱。

4. 根据权利要求 3 所述的发光装置,其中所述势阱包含 Cd(Mg) ZnSe 或 ZnSeTe。

5. 根据权利要求 3 所述的发光装置,其中所述再发光半导体构造还包括吸收层,所述吸收层与所述势阱毗邻,并且具有比所述势阱的跃迁能量大的带隙能量。

6. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述更长波长的光包括绿光。

7. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述更长波长的光包括红光。

8. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述 AlInAs 或 GaInAs 化合物是在 InP 上生长的假晶。

9. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述 AlInAs 或 GaInAs 化合物与 InP 晶格匹配。

10. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述 AlInAs 或 GaInAs 化合物包含 AlGaInAs 化合物。

11. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述 AlInAs 或 GaInAs 化合物包含 GaInAsP 化合物。

12. 根据权利要求 1 所述的发光装置,其中所述 AlInAs 或 GaInAs 化合物包含 AlGaInAsP 化合物。

13. 一种半导体构造,包括:

基底,包含能够被第一腐蚀剂腐蚀的 InP;

腐蚀停止构造,在所述基底上单片生长,并且包含 AlInAs 或 GaInAs 化合物,所述腐蚀停止构造能够抵抗所述第一腐蚀剂;

再发光半导体构造,在所述腐蚀停止构造上单片生长,并且能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比第一光子能小的第二光子能的光,所述再发光半导体构造包括:

II-VI 半导体势阱,具有比所述第一光子能小的带隙能量和与所述第二光子能基本上相等的势阱跃迁能;以及

第一窗口构造,具有比所述第一光子能大的带隙能量。

14. 根据权利要求 13 所述的半导体构造,其中所述再发光半导体构造还包括吸收层,所述吸收层与所述势阱毗邻,具有比所述势阱跃迁能大并且比第一光子能小的带隙能量。

15. 根据权利要求 14 所述的半导体构造,还包括发光二极管(LED),所述发光二极管发射具有所述第一光子能的光,所述发光二极管附接到所述再发光半导体构造,所述窗口构造设置在所述吸收层和所述发光二极管之间。

16. 根据权利要求 13 所述的半导体构造,其中所述第一光子能对应蓝光或紫外光。
17. 根据权利要求 13 所述的半导体构造,其中所述势阱包含 Cd(Mg) ZnSe 或 ZnSeTe。
18. 一种半导体构造,包括:
包含 GaAs 的基底,能够被第一腐蚀剂腐蚀;
腐蚀停止构造,在所述基底上单片生长,并能够抵抗所述第一腐蚀剂;
再发光半导体构造,在所述腐蚀停止构造上单片生长,并且包含 II-VI 势阱,所述 II-VI 势阱具有势阱跃迁能,所述再发光半导体构造能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比第一光子能小的第二光子能的光。
19. 根据权利要求 18 所述的半导体构造,其中所述腐蚀停止构造为在 GaAs 上生长的假晶。
20. 根据权利要求 18 所述的半导体构造,其中所述腐蚀停止构造与 GaAs 晶格匹配。
21. 根据权利要求 18 所述的半导体构造,其中所述腐蚀停止构造包含 II-VI 化合物、AlGaAs、GaInP 和 BeTe 中的至少一种。
22. 根据权利要求 18 所述的半导体构造,其中所述 II-VI 势阱包含 CdZn(S)Se 或 ZnSeTe。
23. 一种发光装置,包括发光二极管,所述发光二极管发射具有第一光子能的光,并且附接到根据权利要求 18 所述的半导体构造。
24. 根据权利要求 23 所述的发光装置,其中所述再发光半导体构造还包括吸收层,所述吸收层与所述势阱毗邻,具有比所述势阱跃迁能大并且比第一光子能小的带隙能量。
25. 根据权利要求 23 所述的发光装置,其中所述再发光半导体构造还包括第一窗口构造,所述第一窗口构造具有比所述第一光子能大的带隙能量。
26. 根据权利要求 23 所述的发光装置,其中所述再发光半导体构造还包括第一应变补偿层,以补偿所述 II-VI 势阱中的应变。
27. 一种半导体构造,包括:
包含 Ge 的基底,能够被第一腐蚀剂腐蚀;
腐蚀停止构造,在所述基底上单片生长,并且包含 (Al)GaInAs、(Al)GaAs、AlInP、GaInP 或 Al(Ga)AsP,所述腐蚀停止构造能够抵抗所述第一腐蚀剂;
再发光半导体构造,在所述腐蚀停止构造上单片生长,并且能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比所述第一光子能小的第二光子能的光,所述再发光半导体构造包括:
II-VI 半导体势阱,具有比所述第一光子能小的带隙能量,和与所述第二光子能基本上相等的势阱跃迁能;以及
吸收层,与所述势阱毗邻,具有比所述势阱跃迁能大并且比所述第一光子能小的带隙能量。
28. 根据权利要求 27 所述的半导体构造,其中所述再发光半导体构造还包括第一窗口构造,所述第一窗口构造具有比所述第一光子能大的带隙能量。
29. 根据权利要求 28 所述的半导体构造,还包括发光二极管(LED),所述发光二极管发射具有所述第一光子能的光,所述发光二极管附接到所述再发光半导体构造,所述窗口构造设置在所述吸收层和所述发光二极管之间。

30. 根据权利要求 27 所述的半导体构造,其中所述第一光子能对应蓝光或紫外光。
31. 根据权利要求 27 所述的半导体构造,其中所述势阱包含 CdZn(S)Se 或 ZnSeTe。
32. 一种半导体构造,包括:
半导体基底,能够抵抗第一腐蚀剂;
半导体牺牲层,在所述基底上单片生长,并且能够被所述第一腐蚀剂腐蚀;
再发光半导体构造,在所述牺牲层上单片生长,并且能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比所述第一光子能小的第二光子能的光,所述再发光半导体构造包括:
II-VI 半导体势阱,具有比所述第一光子能小的带隙能量和与所述第二光子能基本上相等的势阱跃迁能;以及
吸收层,与所述势阱毗邻,具有比所述势阱跃迁能大并且比所述第一光子能小的带隙能量;
其中,所述再发光半导体构造中的至少一些层能够抵抗所述第一腐蚀剂。
33. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述再发光半导体构造还包括第一窗口构造,所述第一窗口构造具有比所述第一光子能大的带隙能量。
34. 根据权利要求 33 所述的半导体构造,还包括发光二极管(LED),所述发光二极管发射具有所述第一光子能的光,所述发光二极管附接到所述再发光半导体构造,所述窗口构造设置在所述吸收层和所述发光二极管之间。
35. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述基底包含 Ge 和 GaAs 中的至少一种。
36. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述牺牲层包含 Al、Mg、AlAs 和 Mg(Zn)Se 中的至少一种。
37. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述牺牲层为在所述基底上生长的假晶。
38. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述牺牲层与所述基底晶格匹配。
39. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述第一光子能对应蓝光或紫外光。
40. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述势阱包含 Cd(Mg)ZnSe、CdZn(S)Se 或 ZnSeTe。
41. 根据权利要求 32 所述的半导体构造,其中所述再发光半导体构造能够抵抗所述第一腐蚀剂。
42. 一种半导体系统,包括:
多个分立光源,单片集成在第一基底上;以及
半导体构造,包括:
第二基底,能够被第一腐蚀剂腐蚀;
腐蚀停止构造,在所述第二基底上单片生长,并且能够抵抗所述第一腐蚀剂;以及
再发光半导体构造,在所述腐蚀停止构造上单片生长,并且能够把所述多个分立光源中的每一个光源发射的光的至少一部分转换成更长波长的光;
其中所述再发光半导体构造附接到并且覆盖所述多个分立光源。
43. 根据权利要求 42 所述的半导体系统,其中每个分立光源是 III-V LED。
44. 根据权利要求 42 所述的半导体系统,其中所述第二基底包含 InP、GaAs 和 Ge 中的

一种。

45. 根据权利要求 42 所述的半导体系统,其中所述腐蚀停止构造包含 AlGaInAs、GaInAsP、AlGaAs、GaInP、AlInP、GaInAs、AlInAs、GaAs 和 BeTe 中的一种。

46. 根据权利要求 42 所述的半导体系统,其中所述再发光半导体构造包含 II-VI 势阱。

47. 一种制造半导体构造的方法,包括以下步骤:

(a) 提供基底;

(b) 在所述基底上单片生长腐蚀停止层;

(c) 在所述腐蚀停止层上单片生长势阱,其中所述势阱能够把由光源发射的光的至少一部分转换成更长波长的光;

(d) 把所述势阱粘合到所述光源;

(e) 用腐蚀停止层能够抵抗的第一腐蚀剂去除所述基底;以及

(f) 用第二腐蚀剂去除所述腐蚀停止层。

48. 根据权利要求 47 所述的方法,其中所述步骤 (a) 到 (f) 按顺序实施。

49. 根据权利要求 47 所述的方法,还包括单片生长吸收层的步骤,所述吸收层与所述势阱毗邻,并且具有比所述势阱的跃迁能量大的带隙能量。

50. 根据权利要求 47 所述的方法,还包括单片生长窗口构造的步骤,所述窗口构造具有比所述光源发射的光子能量大的带隙能量。

半导体发光装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明整体涉及半导体发光装置。本发明特别适用于包括一种或多种 II-VI 化合物的半导体发光装置。

背景技术

[0002] 发光装置有很多不同的应用,包括投影显示系统、液晶显示器背光源等等。投影系统通常使用一个或多个白光源,例如高压汞灯。白光束通常被分解成三原色:红、绿和蓝,并且导向到各自的图像形成空间光调制器,以生成每种原色图像。所得的原色图像束结合并且投影到投影屏上以供观看。

[0003] 最近,发光二极管(LED)已被认为是白光源的替代形式。LED有可能提供可以与传统光源相媲美的亮度和工作寿命。然而,现在的LED,特别是发射绿光的LED,是相对低效的。

[0004] 传统光源一般体积庞大,发射一种或多种原色光效率低,难以集成,并且在采用它们的光学系统中往往会导致尺寸和功耗的增加。

发明内容

[0005] 本发明整体涉及半导体发光装置。在一个实施例中,发光装置包括发光二极管(LED),所述LED发射蓝光或紫外光,并且附接到半导体构造。该半导体构造包括再发光半导体构造,该再发光半导体构造包含至少一层 II-VI 化合物,并且把发射的蓝光或紫外光的至少一部分转变为更长波长的光。该半导体构造还包括腐蚀停止构造,该腐蚀停止构造包含 AlInAs 或 GaInAs 化合物。该腐蚀停止构造能够抵抗能够腐蚀 InP 的腐蚀剂。

[0006] 在另一实施例中,半导体构造包括基底,该基底包含 InP,并且能被第一腐蚀剂腐蚀。该半导体构造还进一步包括腐蚀停止构造,该腐蚀停止构造在基底上单片生长,并且包含 AlInAs 或 GaInAs 化合物。该腐蚀停止构造能够抵抗所述第一腐蚀剂。该半导体构造还包括再发光半导体构造,该再发光半导体构造在腐蚀停止构造上单片生长,并且能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比第一光子能小的第二光子能的光。该再发光半导体构造包含 II-VI 半导体势阱,该 II-VI 半导体势阱具有比第一光子能小的带隙能量和与第二光子能基本上相等的势阱跃迁能。该再发光半导体构造还包括具有比第一光子能大的带隙能量的第一窗口构造。

[0007] 在另一实施例中,半导体构造包括基底,该基底包含 GaAs,并且能够被第一腐蚀剂腐蚀。该半导体构造还包括腐蚀停止构造,该腐蚀停止构造在基底上单片生长,并且能够抵抗第一腐蚀剂。该半导体构造还包括再发光半导体构造,该再发光半导体构造在腐蚀停止构造上单片生长,并且包含具有势阱跃迁能量的 II-VI 势阱。该再发光半导体构造能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比第一光子能小的第二光子能的光。

[0008] 在另一实施例中,半导体构造包括基底,该基底包含 Ge,并且能够被第一腐蚀剂腐蚀。该半导体构造还包括腐蚀停止构造,该腐蚀停止构造在基底上单片生长,并且包含 (Al)

GaInAs、(Al)GaAs、AlInP、GaInP 或 Al (Ga)AsP。该腐蚀停止构造能够抵抗第一腐蚀剂。该半导体构造还包括再发光半导体构造,该再发光半导体构造在腐蚀停止构造上单片生长,并且能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比第一光子能小的第二光子能的光。该再发光半导体构造包含具有比第一光子能小的带隙能量和与第二光子能基本上相等的势阱跃迁能量的 II-VI 半导体势阱。该再发光半导体构造进一步包括吸收层,该吸收层与势阱毗邻,具有比势阱跃迁能量大并且比第一光子能小的带隙能量。

[0009] 在另一实施例中,半导体构造包括半导体基底,该基底能够抵抗第一腐蚀剂。该半导体构造还包括半导体牺牲层,该半导体牺牲层在基底上单片生长,并且能够被第一腐蚀剂腐蚀。该半导体构造还包括再发光半导体构造,该再发光半导体构造在牺牲层上单片生长,并且能够把具有第一光子能的光的至少一部分转换成具有比第一光子能小的第二光子能的光。该再发光半导体构造包含具有比第一光子能小的带隙能量和与第二光子能基本上相等的势阱跃迁能量的 II-VI 半导体势阱。该再发光半导体构造还包括吸收层,该吸收层与势阱毗邻,具有比势阱跃迁能量大并且比第一光子能小的带隙能量。在该再发光半导体构造中至少一些层能够抵抗第一腐蚀剂。

[0010] 在另一实施例中,半导体系统包括多个分立光源,所述多个分立光源集成在第一基底上。该半导体系统还包括半导体构造,该半导体构造包括第二基底,该第二基底能够被第一腐蚀剂腐蚀。该半导体构造还包括腐蚀停止构造,该腐蚀停止构造在第二基底上单片生长,并且能够抵抗第一腐蚀剂。该半导体构造还包括再发光半导体构造,该再发光半导体构造在腐蚀停止构造上单片生长,并且能够把由多个分立光源中的每一个发射的光的至少一部分转换成更长波长的光。再发光半导体构造附接到并且覆盖多个分立光源。

[0011] 在另一实施例中,制造半导体构造的方法包括以下步骤:(a) 提供基底;(b) 在基底上单片生长腐蚀停止层;(c) 在腐蚀停止层上单片生长势阱;(d) 把势阱粘合到光源;(e) 用腐蚀停止层能够抵抗的第一腐蚀剂去除基底;以及(f) 用第二腐蚀剂去除腐蚀停止层。

附图说明

[0012] 通过下面结合附图对本发明的各种实施例进行的详细描述可以更全面地理解和认识本发明,其中:

[0013] 图 1 是发光装置的示意性侧视图;

[0014] 图 2A-2F 是势阱的示例性导带剖面形状的示意性图示;

[0015] 图 3 是发光装置的示意性侧视图;

[0016] 图 4 是图 3 中的发光装置的局部示意性侧视图;以及

[0017] 图 5A-5E 是在制造发光装置过程的中间阶段或步骤的装置的示意性图示。

[0018] 在多个附图中使用的相同附图标号指具有相同或相似性质和功能的相同或相似元件。

具体实施方式

[0019] 本专利申请公开了包括半导体光源和半导体波长转换器的半导体发光装置的制造方法。具体地讲,本发明所公开的方法允许将波长转换器与来自两个或多个不同半导体组的光源高效、紧凑并且低成本地集成。例如,本专利申请教导了将半导体波长转换器与半

导体光源集成的方法,在这种情况下,用传统半导体加工方法使一个在另一个上高质量地单片生长是不可能或不可行的。

[0020] 在一些情况下,半导体波长转换器和光源来自相同的半导体组,例如 III-V 组。在这些情况下,诸如直接在 III-V 光源上,例如 III-V LED 上单片生长和制造 III-V 波长转换器或许可行。然而在一些情况下,具有高转换效率和 / 或其他期望性能的波长转换器来自与 LED 所属组不同的半导体组。在这些情况下,使一个组件在另一个组件上高质量地生长或许是不可能或不可行的。例如,波长转换器可以来自 II-VI 组,而光源,例如 LED,可以来自 III-V 组。在这些情况下,本专利申请公开了用于制造发光装置的方法,该方法通过首先在合适的基底上制造波长转换器,然后把波长转换器附接到光源来高效地将波长转换器与光源集成。该基底可以在附接之前或之后去除。本发明所公开的方法允许在不影响波长转换器或发光装置的性能和 / 或性质的情况下去除基底。

[0021] 在一些情况下,波长转换器可以包括势阱或量子阱,例如可以把光转换成更长波长光的半导体势阱或量子阱。可以有效地采用本发明所公开的方法来制造半导体构造和发光装置,该半导体构造和发光装置包括来自例如 II-VI 组的半导体组的一个或多个势阱或量子阱,该一个或多个势阱或量子阱与来自例如 III-V 组的不同半导体组的光源,例如 LED 集成。本发明所公开的制造方法允许通过例如使用诸如基底的组件来降低制造费用,所述组件成本低、易得并且易加工,例如易于从外延叠层中去除。

[0022] 在一些情况下,光源,如 LED,可以属于半导体组,并且在光谱高效区域工作,意味着光源能够以高强度高效地发光。在这些情况下,或许没有合适的,如高效的属于相同半导体组的波长转换器。例如,光源可以是 III-V LED,并且合适的波长转换器可以是 II-VI 势阱或量子阱,其能够把 LED 发射的光降频转换成高效的并且具有诸如高强度和小色散的期望性能的更长波长的光。用本发明所公开的方法可以使波长转换器与 LED 集成,从而得到紧凑、重量轻并且低成本的发光装置。这样的发光装置可以高的总效率发出例如在光谱可见区的不同波长的光。发光装置可以设计为输出例如一种或多种原色或白色光。本发明所公开的发光装置的发射效率和紧凑度可以导致重量轻、尺寸小和能耗低的新型改善的光学系统,例如便携式投影系统。

[0023] 在一些情况下,本发明所公开的方法可以用来在合适的基底上制造诸如势阱波长转换器的波长转换器,该合适的基底例如为波长转换器可以在其上生长假晶或晶格匹配的基底。在一些情况下,希望去除基底。例如,基底可能不透光和 / 或太厚。在这些情况下,基底可能进行腐蚀,直到整个基底被去除,但因为基底很厚,很难避免腐蚀波长转换器。此外,所得的经腐蚀的表面可能粗糙得无法接受,例如影响到波长转换器的性能。

[0024] 本专利申请中所公开的方法使得在对波长转换器和 / 或发光装置没有或几乎没有不利影响的情况下去除基底。在一些情况下,一个或多个薄腐蚀停止层可以设置在波长转换器和基底之间,以使基底可以通过例如使用不腐蚀或仅轻微腐蚀该自停止腐蚀层的腐蚀剂来去除。在这些情况下,该自停止腐蚀层可以有效地保护波长转换器免受腐蚀剂腐蚀。在一些情况下,腐蚀停止层可以保留在发光装置中。在其他一些情况下,薄腐蚀停止层可以通过例如使用不影响波长转换器的腐蚀剂来去除。

[0025] 在一些情况下,一个或多个牺牲层可以设置在波长转换器和基底之间。在这些情况下,牺牲层能够被腐蚀剂腐蚀,而波长转换器能够抵抗该腐蚀剂,在一些情况下,基底也

能够抵抗该腐蚀剂。同样地,基底可以通过在对波长转换器的性能并无不利影响的情况下通过腐蚀牺牲层来去除。

[0026] 本发明所公开的方法可用来制造光源的集成阵列,以形成单色(例如,绿或绿和黑)或彩色图像。本发明所公开的该发光装置的阵列可将光源和图像形成装置的基本功能结合,从而达到降低功耗、减少尺寸和降低成本之目的。例如,在显示系统中,本发明所公开的发光装置既可作为光源又可作为图像形成装置,从而消除或减少对背光源或空间光调制器的需要。又如,在投影系统中组装了本发明所公开的发光装置消除或减少了对图像形成装置和光学中继元件的需要。

[0027] 本发明公开了发光元件的阵列,例如显示系统中像素的阵列,其中至少一些发光元件包括电致发光装置,例如 LED,其能够响应电信号而发光。至少一些发光元件可包括一个或多个光转换元件,例如一个或多个势阱和/或量子阱,用于降频转换电致发光装置所发射的光。如本文所用,降频转换意指经转换的光的波长大于未转换或入射光的波长。

[0028] 本专利申请中所公开的发光元件阵列可以在用于例如投影系统或其他光学系统中的照明系统中使用,该照明系统例如为自适应照明系统。

[0029] 图1是发光装置100的示意性侧视图,发光装置100包括附接到半导体构造105的光源110。半导体构造105包括基底180、在基底180上单片生长的自停止腐蚀构造170以及在自停止腐蚀构造170上单片生长的单片再发光半导体构造190。在发光半导体构造吸收光源110发射的光的至少一部分,并且将所吸收的光的至少一部分以更长波长的光再发光。例如,光源110可以发射紫外光,并且再发光半导体构造可以再发射蓝、绿或红光。又如,光源110可以发射蓝光,并且再发光半导体构造可以再发射绿或红光。

[0030] 如本文所用,单片集成包括但不一定限于两个或多个在相同基底(共用基底)上制造的并且在相同基底上最终应用的电子装置。以一个单元转移到另一个基底的单片集成的装置保持单片集成。示例的电子装置包括 LED、晶体管以及电容器。

[0031] 在两个或多个元件中的每一个的部分单片集成的情况下,则这两个元件被认为是单片集成的。例如,如果例如两个元件中的光源是单片集成的,那么两个发光装置是单片集成的。即使例如每个元件中的光转换组件粘结性地粘合到相应的光源,也认为是这样。

[0032] 在发光装置阵列包括半导体层的情况下,如果该装置是在相同基底上制造和/或如果其包括共用半导体层,则该发光装置阵列是单片集成的。例如,在每个发光装置包括 n- 型半导体层的情况下,如果 n- 型半导体层延伸整个发光装置,则发光装置是单片集成的。在这种情况下,发光装置中的 n- 型半导体层形成延伸整个发光装置阵列的连续层。

[0033] 在一些情况下,例如当基底180和/或自停止腐蚀构造170不透光和/或太厚不能接受时,基底和/或腐蚀停止构造可从发光装置中去除。

[0034] 通常,光源110可以是能够发射所需波长或发射在所需波长范围内的光的任何光源。例如,在一些情况下,光源110可以是发射蓝光或紫外光的 LED。在一些情况下,光源110可以是 III-V 半导体光源,例如 III-V LED,并且可以包括 AlGaInN 半导体合金。例如,光源110可以是 GaN 基 LED。

[0035] 在一些情况下,光源110可以包括一个或多个 p- 型和/或 n- 型半导体层、一个或多个有源层、缓冲层、基底层以及覆盖层,所述一个或多个有源层可能包括一个或多个势阱和/或量子阱。

[0036] 光源 110 可以通过任何合适的方法附接或粘合到半导体构造 105, 例如通过诸如热熔粘合剂等粘合剂、焊接、加压、加热或这些方法的任意组合或其他在应用中可能需要的方法。合适的热熔粘合剂的实例包括半晶质聚烯烃、热塑性聚酯和丙烯酸类树脂。

[0037] 其他示例性粘合材料包括光学透明聚合物材料, 例如光学透明聚合物粘合剂, 包括丙烯酸酯基光学粘合剂, 诸如 Norland 83H(由新泽西州 Cranbury 的诺兰德制品公司(Norland Products, Cranbury NJ) 提供); 氰基丙烯酸酯, 例如 Scotch-Weld 快速粘合剂(由明尼苏达州圣保罗的 3M 公司(3M Company, St. Paul, MN)) 提供); 苯并环丁烯, 例如 Cyclotene™(由密歇根州米德兰的陶氏化学公司(Dow Chemical Company, Midland, MI) 提供); 清蜡, 例如 CrystalBond(由加利福尼亚州莱丁的特德佩拉公司(Ted Pella Inc., Redding CA)) 提供); 液体、水或基于硅酸钠的水玻璃; 以及旋涂玻璃(SOG)。

[0038] 在一些情况下, 光源 110 可以通过晶片粘合技术附接到半导体构造 105。例如, 参照图 1, 用诸如等离子体辅助或常规 CVD 工艺可将光源 110 的底表面和半导体构造 105 的上表面涂覆一薄层二氧化硅或其他无机材料。接着, 被涂覆的表面可使用加热、加压、水或一种或多种化学试剂的组合任选地平面化并彼此粘合。粘合可通过用氢原子轰击至少一个被涂布表面或通过用低能等离子体激活一个或两个表面来改善。晶片粘合方法在例如美国专利号 5,915,193 和 6,563,133, 以及 Q.-Yi. Tong 和 U. Gösele 所著的《半导体晶片粘合》, (John Wiley & Sons 出版, 纽约, 1999 年) 的第 4 和 10 章均有描述。

[0039] 再发光半导体构造 190 分别包括第一和第二窗口 120 和 160, 第一和第二吸收层 130 和 150 以及势阱 140。再发光半导体构造 190 包括至少一层 II-VI 化合物, 该 II-VI 化合物能够把至少一部分光, 诸如蓝光或紫外光转换成更长波长的光。在一些情况下, II-VI 波长转换器包括 II-VI 势阱或量子阱。

[0040] 如本文所用, 势阱意指设计用来仅在一个方向限制载流子的多层半导体结构中的一层或多层半导体层, 其中该一层或多层半导体层具有比周围层低的导带能和 / 或比周围层高的价带能。量子阱通常指充分薄以至于阱中量子效应增加电子-空穴对重组能量的势阱。量子阱厚度通常约 100nm 或更小, 或约 10nm 或更小。

[0041] 在一些情况下, 势阱或量子阱 140 包括 II-VI 半导体势阱或量子阱, 其具有小于光源 110 发射的光子能量的带隙能量。通常, 势阱或量子阱 140 的势阱跃迁能量基本上等于势阱或量子阱再发光的光子能量。

[0042] 在一些情况下, 势阱 140 可以包括以化合物 ZnSe、CdSe 和 MgSe 作为合金三组分的 CdMgZnSe 合金。在一些情况下, 合金中可以没有 Cd、Mg 和 Zn 中的一种或多种, 特别是可以没有 Mg。例如, 势阱 140 可以包括能够以红色再发光的 $\text{Cd}_{0.70}\text{Zn}_{0.30}\text{Se}$ 量子阱, 或能够以绿色再发光的 $\text{Cd}_{0.33}\text{Zn}_{0.67}\text{Se}$ 量子阱。又如, 势阱 140 可以包括 Cd、Zn、Se 和可任选的 Mg 的合金, 在该情况下, 该合金系统可以用 $\text{Cd}(\text{Mg})\text{ZnSe}$ 来表示。又如, 势阱 140 可以包括 Cd、Mg、Se 和可任选的 Zn 的合金。在一些情况下, 势阱可以包括 ZnSeTe。在一些情况下, 势阱 140 厚度在从约 1nm 到约 100nm 或从约 2nm 到约 35nm 的范围内。

[0043] 在一些情况下, 势阱 140 能够把光源 110 发射的光的至少一部分转换成更长波长的光。在一些情况下, 势阱 140 可以包括 II-VI 势阱。通常, 势阱 140 可以具有任何导带和 / 或价带剖面形状。势阱的一些示例性导带剖面形状示意性地显示在图 2A-2F 中, 其中 EC 表示导带能量。具体地讲, 图 2A 显示的势阱 210 具有正方形或矩形剖面形状; 图 2B 显示的

势阱 220 具有与第二矩形剖面形状 222 和第三矩形剖面形状 223 结合的第一矩形剖面形状 221 ;图 2C 显示的势阱 230 具有线性渐变剖面形状。图 2D 显示的势阱 240 具有与矩形剖面形状 242 结合的线性渐变剖面形状 241 ;图 2E 显示的势阱 250 具有诸如抛物线的弯曲剖面形状 ;以及图 2F 显示的势阱 260 具有与矩形剖面形状 262 结合的抛物线剖面形状 261。

[0044] 在一些情况下,势阱 140 可以是 n- 掺杂或 p- 掺杂的,这里掺杂可以通过任何合适的方法以及通过包含任何合适的掺杂物来实现。在一些情况下,光源 110 和在发光半导体构造 190 可以来自两个不同的半导体组。例如,在一些情况下,光源 110 可以是 III-V 半导体装置,而再发光半导体构造 190 可以是 II-VI 半导体装置。在一些情况下,光源 110 可以包含 AlGaInN 半导体合金,而再发光半导体构造 190 可以包含 Cd(Mg)ZnSe 半导体合金。

[0045] 在一些情况下,发光装置 100 可以具有单个势阱。在一些情况下,发光装置 100 可以具有至少 2 个势阱或至少 5 个势阱或至少 10 个势阱。

[0046] 第一和第二吸收层 130 和 150 靠近势阱 140,以帮助吸收由 LED110 发射的光。在一些情况下,吸收层包含这样的材料:使光生载流子能够在该材料中高效扩散到势阱。在一些情况下,光吸收层可以包含半导体,例如无机半导体,例如 II-VI 半导体。例如,吸收层 130 和 150 中的至少一个可以包含 Cd(Mg)ZnSe 半导体合金。

[0047] 在一些情况下,光吸收层具有比光源 110 发射的光子能量低的带隙能量。在这些情况下,该光吸收层可以强烈地吸收光源发射的光。在一些情况下,光吸收层具有比势阱 140 的跃迁能量高的带隙能量。在这些情况下,该光吸收层对于势阱再发光的光来说基本上是光学透明的。

[0048] 在一些情况下,光吸收层 130 和 150 中的至少一个可以与势阱 140 毗邻,意味着可以在吸收层和势阱之间设置一个或一些中间层。在一些情况下,光吸收层 130 和 150 中的至少一个可以紧邻势阱 140,意味着在吸收层和势阱之间没有设置中间层。

[0049] 示例性的发光装置 100 包括两个光吸收层 130 和 150。通常,发光装置可以没有、有一个、两个或两个以上的吸收层。通常,光吸收层充分靠近势阱 140,使得在光吸收层中的光生载流子有适当的机会扩散到势阱。

[0050] 第一和第二窗口 120 和 160 主要设计用来提供屏障,使得在吸收层中诸如电子-空穴对等光生载流子没有或具有很小的机会迁移到自由或外表面,例如再发光半导体构造 190 的表面 122。例如,第一窗口 120 主要设计用来防止通过光源 110 发射的光在第一吸收层 130 产生的载流子迁移到表面 122,在表面 122 处,该载流子可以非辐射重新结合。在一些情况下,窗口 120 和 160 具有比光源 110 发射的光子能量高的带隙能量。在这些情况下,窗口 120 和 160 对于光源 110 发射的光和势阱 140 再发光的光来说基本上是光学透明的。

[0051] 示例性的发光装置 100 包括两个窗口。通常,发光装置可以没有或具有任何数量的窗口。例如,在一些情况下,发光装置 100 具有设置在光源 110 和势阱 140 之间或光源 110 和吸收层 130 之间的单个窗口。

[0052] 在一些情况下,发光装置 110 中的两个相邻层之间的界面位置可以是明确定义的或清晰的界面。在一些情况下,例如当一层之中材料组分沿厚度方向随着距离的变化而改变时,两相邻层之间的界面可能定义不明确,并且可能,例如,是渐变界面。例如,在一些情况下,第一吸收层 130 和第一窗口 120 可以具有相同的材料组分,但材料浓度不同。在这些

情况下,吸收层的材料组合物可以逐渐变成窗口层的材料组合物,从而在两层之间形成渐变界面。例如,在两层都包括 Mg 的情况下,当从吸收层逐渐过渡到窗口时, Mg 的浓度可以增加。

[0053] 自动停止腐蚀构造 170 设置在再发光半导体构造和基底 180 之间,并且主要设计用来抵抗能够腐蚀基底 180 的腐蚀剂。如果例如在腐蚀剂基本上腐蚀了整个基底后,自动停止腐蚀构造的至少一部分保持没有被腐蚀剂腐蚀,则自动停止腐蚀构造抵抗能够腐蚀基底的腐蚀剂。在一些情况下,基底的腐蚀率比自动停止腐蚀构造的腐蚀率大至少 10 倍,或比自动停止腐蚀构造的腐蚀率大至少 20 倍,或比自动停止腐蚀构造的腐蚀率大至少 50 倍,或比自动停止腐蚀构造的腐蚀率大至少 100 倍。

[0054] 在一些情况下,自动停止腐蚀层 170 实质上比基底 180 薄。例如,在一些情况下,腐蚀停止构造 170 的厚度小于约 10 微米,或小于约 8 微米,或小于约 5 微米,或小于约 2 微米,或小于约 1 微米;并且基底 180 的厚度大于约 50 微米,或大于约 100 微米,或大于约 200 微米,或大于约 300 微米,或大于约 500 微米,或大于约 1000 微米。

[0055] 在一些情况下,腐蚀停止层 170 是或者包括在基底 180 上生长的假晶层,意味着结晶腐蚀停止构造 170 的晶格常数与结晶基底 180 的晶格常数足够相似,使得当在基底制造或生长腐蚀停止时,腐蚀停止层可以采取没有或只有低密度错配缺陷的基底的晶格间距。在这些情况下,该腐蚀停止构造的晶格常数可以被限定为基底晶格常数。

[0056] 在一些情况下,腐蚀停止构造 170 是或者包括与基底 180 晶格匹配的层,意味着结晶腐蚀停止构造 170 的晶格常数与结晶基底 180 的晶格常数基本上相等,这里基本上相等意指两个晶格常数彼此相差不超过约 0.2%,或彼此相差不超过约 0.1%,或彼此相差不超过约 0.01%。

[0057] 在一些情况下,基底 180 可以包括 InP。在这些情况下,腐蚀停止构造 170 可以包括一种或多种 AlGaInAs 合金,例如 GaInAs 和 / 或 AlInAs,和 / 或一种或多种 GaInAsP 合金。InP 基底可以通过在例如 HCl 溶液中在室温或高温下腐蚀基底来去除。在这些情况下,AlGaInAs 或 GaInAsP 腐蚀停止构造 170 可以有效地抵抗 HCl 溶液。GaInAs 腐蚀停止构造 170 可以通过例如使用包含约 30ml 的 30% 氢氧化铵、5ml 的 30% 过氧化氢、40 克的己二酸以及 200ml 的水的腐蚀溶液来去除。例如,这样的溶液在搅动时可以在约 5 分钟后腐蚀 200nm 厚的 GaInAs。在一些情况下,GaInAs 腐蚀停止构造 170 可以通过使该构造经受等离子体、离子束或其他湿腐蚀剂来去除。

[0058] 在一些情况下,基底 180 可以包含 Ge。在这些情况下,腐蚀停止构造 170 可以包含 AlGaInAs 合金,例如 GaInAs 和 / 或 AlInAs;GaInP;AlGaInP;Al(Ga)AsP;或 (Al)GaAs 合金,例如 GaAs 和 / 或 AlGaAs。Ge 基底的优点是基底无毒,并且通常比诸如 GaAs 基底便宜。Ge 基底可以通过使用例如 CF₄/O₂ 等离子体腐蚀基底来去除,该 CF₄/O₂ 等离子体如在 R. Venkatasubramanian 等人著的《用于薄自支撑 GaAs-AlGaAs 异质结构的 Ge 基底的选择性等离子体蚀刻》(“Selective Plasma Etching of Ge Substrates for Thin Freestanding GaAs-AlGaAs Heterostructures”, Appl. Phys. Lett. (《应用物理快报》), 第 59 卷, 第 2153 页 (1991 年)) 中有所描述。

[0059] 在一些情况下,基底 180 可以包含 GaAs。在这些情况下,腐蚀停止构造 170 可以在 GaAs 基底上单片生长,并且能够抵抗能够腐蚀 GaAs 的腐蚀剂。例如,腐蚀停止构造 170 可

以包含诸如 BeTe、AlGaAs 合金或 AlGaInP 合金的 II-VI 化合物, AlGaInP 合金例如为 GaInP 或 AlInP。

[0060] 在一些情况下, 例如当腐蚀停止层包含 AlGaAs 时, GaAs 基底可以通过例如在 NH_4OH 和充分浓缩的 H_2O_2 溶液中, 在室温或高温下, 并且在例如用力搅动的情况下, 腐蚀基底来去除。在这些情况下, 由于例如腐蚀停止表面上氧化铝的形成, 腐蚀可以在 AlGaAs 腐蚀停止构造处基本上停止。

[0061] 在一些情况下, 例如当腐蚀停止层包含 GaInP 时, GaAs 基底可以通过在例如在 H_2SO_4 和 H_2O_2 的水溶液中腐蚀基底来去除。在这些情况下, 腐蚀可以在 GaInP 腐蚀停止构造处基本上停止。

[0062] 在一些情况下, 例如当薄腐蚀停止构造包含 AlGaAs 合金、AlGaInP 合金或 BeTe 时, 该 AlGaInP 合金例如为 GaInP 或 AlInP, 则可以通过使用任何适用的腐蚀技术, 诸如等离子体腐蚀方法或离子束腐蚀方法, 并且监控例如腐蚀时间, 以使腐蚀可以在整个腐蚀停止层基本上被去除时来终止腐蚀, 来去除腐蚀停止层。

[0063] 在一些情况下, 例如当基底 180 包含 GaAs 时, 诸如第一吸收层 130 的吸收层和 / 或诸如第一窗口 120 的窗口可包含例如 MgZnSSe 合金和 / 或 BeMgZnSe 合金。

[0064] 在一些情况下, 例如当基底 180 包含 GaAs 时, 势阱 140 可包含例如 CdZn(S)Se 和 / 或 ZnSeTe 压应变合金, 其中括号中的材料是可任选的材料。在这些情况下, 发光装置可以具有附加层, 例如第一和第二应变补偿层 135 和 145, 以分别补偿或缓解势阱 140 的应变。应变补偿层可以包含例如 ZnSSe 和 / 或 BeZnSe。示例性的发光装置 100 包括两个应变补偿层, 在势阱 140 的每一侧。通常, 发光装置可以没有或有一个或两个或更多个应变补偿层。例如, 在一些情况下, 发光装置可以只在势阱 140 的一侧具有单个应变补偿层。

[0065] 在一些情况下, 基底 180 和腐蚀停止构造 170 从发光装置 100 中被去除。在一些情况下, 这两个组件在半导体构造 105 附接到光源 110 后被去除。在一些情况下, 这两个组件在半导体构造 105 附接到光源 110 前被去除。

[0066] 图 3 是发光装置 300 的示意性侧视图, 该发光装置 300 包括附接到半导体构造 305 的光源 110。半导体构造 305 包括基底 180、在基底 180 上单片生长的牺牲层 310、在牺牲层 310 上单片生长的腐蚀停止构造 170 以及在腐蚀停止构造 170 上单片生长的单片再发光半导体构造 190。再发光半导体构造吸收光源 110 发射的光的至少一部分, 并且以更长波长的光将所吸收的光的至少一部分再发光。

[0067] 在一些情况下, 可以通过从侧面 311 和 312 进入并腐蚀牺牲层来去除牺牲层 310, 从而从半导体构造 305 中去除基底 180。在一些情况下, 例如当牺牲层 310 可以在对再发光半导体构造 190 没有不利影响下去除时, 发光装置 300 中可以没有腐蚀停止构造 170。

[0068] 在一些情况下, 基底 180 可以包含 Ge 或 GaAs, 而牺牲层 310 可以包括生长在基底上的假晶 AlAs 或 MgSe, 或晶格匹配的 MgZnSe。例如, 可以通过把发光装置至少部分地浸泡在 HF 溶液中来除去 AlAs 牺牲层, 在例如, E. Yablonoitch 等人著的《在任意基底上的 GaAs 外延剥离膜的范德华键》(“Van der Waals Bonding of GaAs Epitaxial Lift-off Films onto Arbitrary Substrates,” Appl. Phys. Lett. (《应用物理快报》), 第 56 卷, 第 2419 页 (1990 年)) 中有所描述。又如, 可以通过把发光装置至少部分地浸泡在 HF 溶液中来去除 MgSe 牺牲层。图 4 是发光装置 300 的局部示意性侧视图, 其中层 410 是部分被腐蚀的牺牲

层 310。

[0069] 在一些情况下,例如当牺牲层 310 实质上比基底 180 薄时,通过腐蚀牺牲层来去除基底可能更理想,例如因为这比腐蚀基底耗时更少和 / 或更便宜。在一些情况下,去除的基底可以丢弃。在一些情况下,去除的基底可以在例如复原后,如清洁和 / 或抛光后再利用。在一些情况下,牺牲层 310 的厚度小于约 10 微米,或小于约 8 微米,或小于约 5 微米,或小于约 2 微米,或小于约 1 微米,或小于约 0.5 微米,或小于约 0.2 微米;并且基底 180 的厚度大于约 50 微米,或大于约 100 微米,或大于约 200 微米,或大于约 300 微米,或大于约 500 微米,或大于约 1000 微米。

[0070] 在一些情况下,再发光半导体构造 190 中的至少一些层和组件,例如窗口层、势阱层和 / 或吸收层,能够抵抗能够腐蚀牺牲层 310 的腐蚀剂。在一些情况下,整个再发光半导体构造能够抵抗能够腐蚀牺牲层 310 的腐蚀剂。

[0071] 图 5A 是半导体构造 520 和光源组件 510 的示意性侧视图。在一些情况下,半导体构造 520 可以和本发明所公开的任何实施例相似,例如与半导体构造 105 相似,并且可以包括与基底 180 相似的基底 550,与腐蚀停止构造 170 相似的单片生长在基底 550 上的腐蚀停止构造 540,以及与单片生长在腐蚀停止构造 170 上的再发光半导体构造 190 相似的再发光半导体构造。

[0072] 光源组件 510 包括多个在共用基底 514 上单片制造的分立光源 512。在一些情况下,分立光源 512 可以与光源 110 相似。例如,分立光源 512 可以是 III-VI LED。

[0073] 半导体构造 520 和光源组件 510 每一个可以通过使用已知的制造方法,诸如外延沉积方法来制造。例如,分子束外延 (MBE) 工艺可以用来在基底 550 上,例如在 InP 基底 550 上沉积层 530 和 540。其他示例性制造方法包括化学气相沉积法 (CVD)、金属-有机气相沉积法 (MOCVD)、液相外延法 (LPE) 以及汽相外延法 (VPE)。

[0074] 在一些情况下,例如当分立光源 512 包括 LED 时,可以用已知的制造方法,诸如 MOCVD 来构造分立光源,其中基底 514 可以是诸如蓝宝石基底、SiC 基底、GaN 基底或在应用中合适的任何其他基底。在一些情况下,LED 光源 512 可以包括如电极、透明电触头、通孔以及粘合层这样的层和 / 或组件。通常,可以用半导体微制造工业中常规的方法,例如常规的光刻法和常规的蚀刻法和 / 或沉积法来制造光源 512。

[0075] 图 5B 是来自图 5A 的两个构造的示意性侧视图,这两个构造以再发光半导体构造面向光源彼此附接或粘合。可以通过例如晶片直接粘合或通过粘合过程中在两个晶片之间设置一个或多个粘合层来实行附接。粘合层可以例如包括一个或多个薄的或非常薄的金属层,或一个或多个薄的金属氧化物层,或一个或多个其他材料层,例如粘合剂、密封剂、高指数玻璃或诸如低温溶胶-凝胶材料等溶胶-凝胶材料,或它们的任何组合。

[0076] 在一些情况下,在光源组件 510 连接到半导体构造 520 中使用的粘合层的厚度范围可以从约 5nm 到约 200nm,或从约 10nm 到约 100nm,或从约 50nm 到约 100nm。在一些情况下,例如当粘合层是光学粘合剂时,粘合层的厚度可以是大于约 1 μm ,或大于约 2 μm ,或大于约 5 μm ,或大于约 7 μm ,或大于约 10 μm 。在一些情况下,可以通过例如层压或加热和 / 或加压来实现两个部件之间的结合。

[0077] 光源组件 510 粘合到半导体构造 520 后,使用本发明所公开的方法来去除基底 550,得到图 5C 中示意性显示的结构。

[0078] 在一些情况下,也可以例如用本专利申请中所公开的方法中的一个或其组合来去除腐蚀停止构造,得到在图 5D 中示意性显示的发光装置 570 的阵列。发光装置 570 的阵列包括延伸跨过分立发光源 512 阵列或多个分立发光源 512 的再发光半导体构造 530。在一些情况下,在相邻分立发光源 512 之间的再发光半导体构造 530 的至少一些部分可以去除,得到在图 5E 中示意性显示的构造,其中再发光半导体构造 560 是再发光半导体构造 530 的一部分。

[0079] 可以通过例如使用已知的图案化和蚀刻方法来实现部分再发光半导体构造 530 的去除。示例性的图案化方法包括光刻法。示例性的腐蚀方法包括湿蚀刻。例如,可以使用包含甲醇和溴的溶液蚀刻 II-VI 半导体光转换元件。

[0080] 在一些情况下,发光装置 570 阵列中的发光装置被构造成有源矩阵,意味着每个发光装置包括一个专用开关电路以驱动发光装置阵列中的发光装置。

[0081] 在一些情况下,发光装置 570 阵列中的发光装置被构造成无源矩阵,意味着发光装置不能被构造成有源矩阵。在无源矩阵构造中,发射装置不具有专用开关电路以驱动发光装置阵列中的发光装置。

[0082] 典型地,在无源矩阵构造中,发光装置阵列中的发光装置一次将一行通电。相比之下,在有源矩阵构造中,虽然多行通常在一次通电一行,但开关电路通常允许发光装置连续不断地通电。

[0083] 如本文所用,术语例如“垂直”、“水平”、“上”、“下”、“左”、“右”、“上部”和“下部”、“顶部”和“底部”以及其他相似术语是指如图所示的相对位置。通常,实际的实施例可以具有不同取向,并且在该情况下,该术语意指参照改变到装置实际取向的相对位置。例如,即使图 3 中的构造相比图中取向旋转了 90 度,表面 312 仍然被认为是牺牲层 310 的一“侧”。

[0084] 虽然上面为了易于说明本发明的各个方面而详细描述了本发明的具体实例,但是应当理解,这并不旨在将本发明限于实例中所给出的具体内容。相反,本发明旨在涵盖落入所附权利要求书中限定的本发明的精神和范围内的所有修改形式、实施例和替代方案。

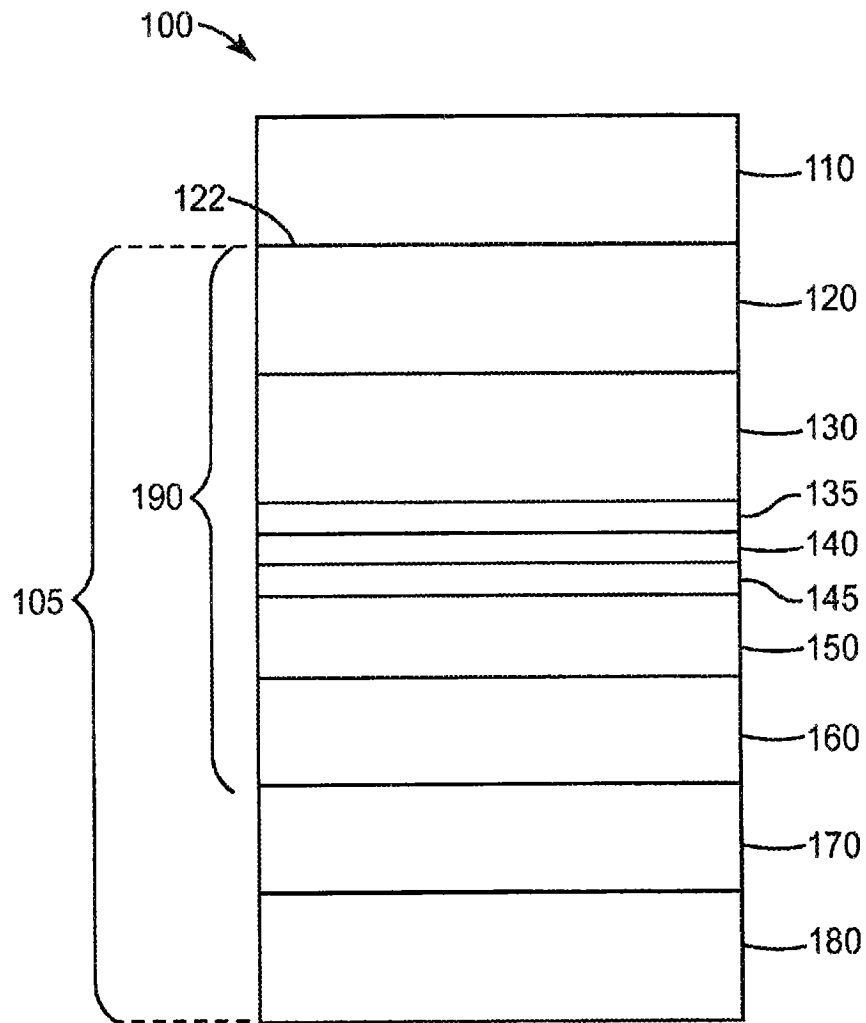


图 1

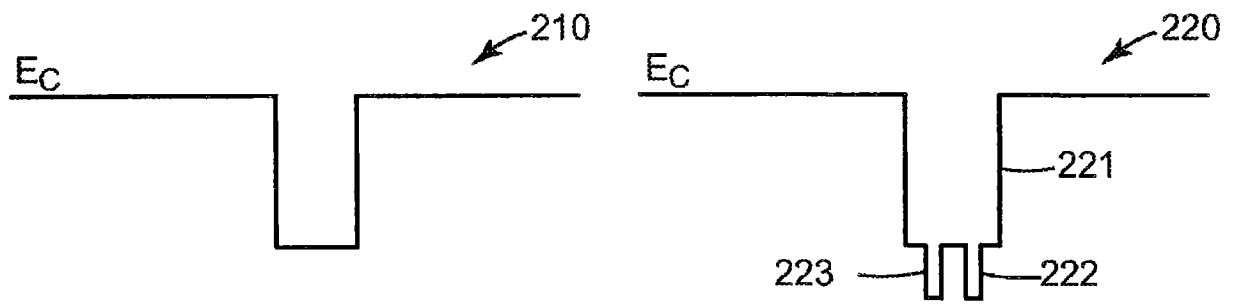


图 2A

图 2B

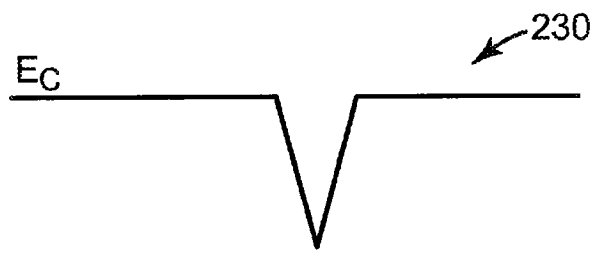


图 2C

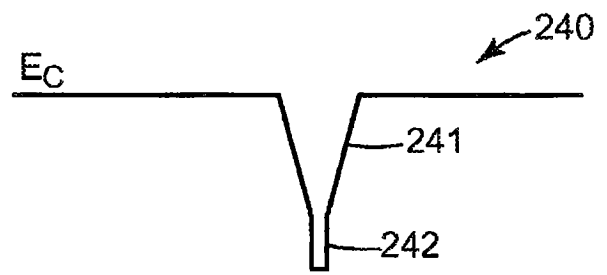


图 2D

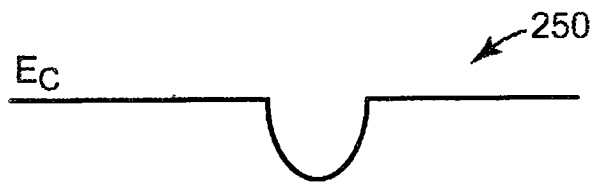


图 2E

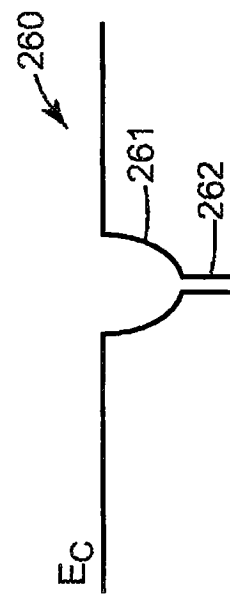


图 2F

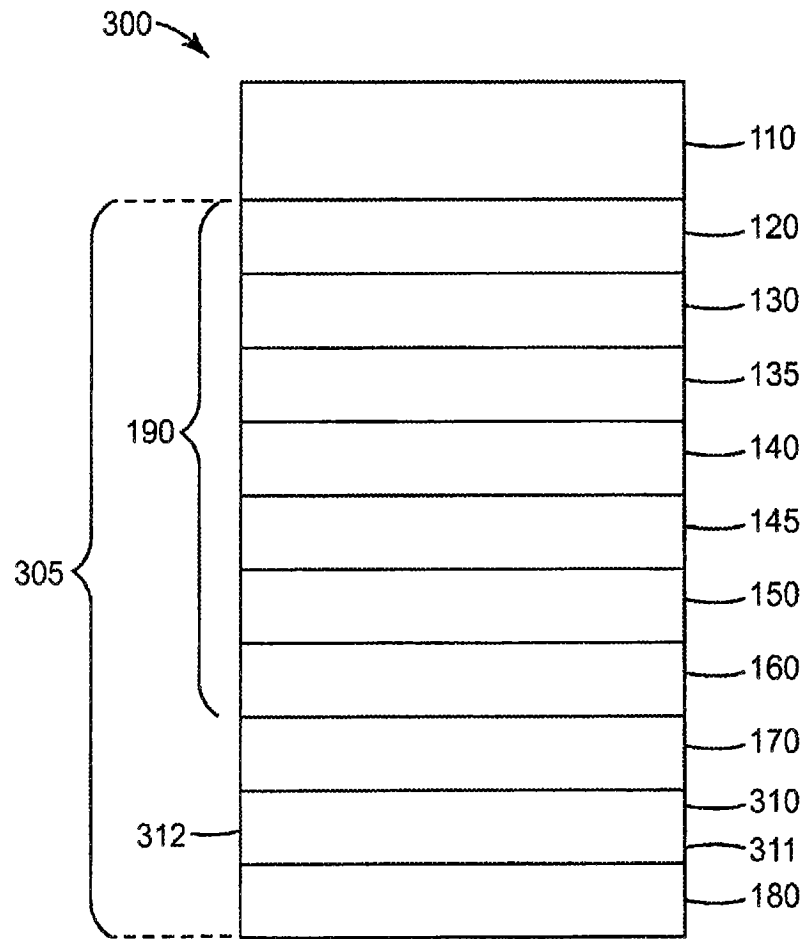


图 3

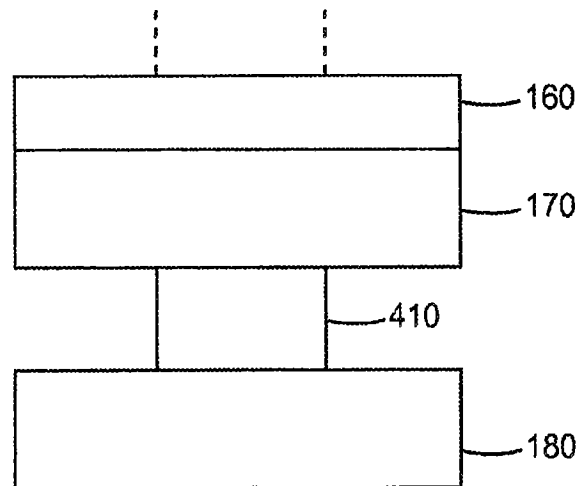


图 4

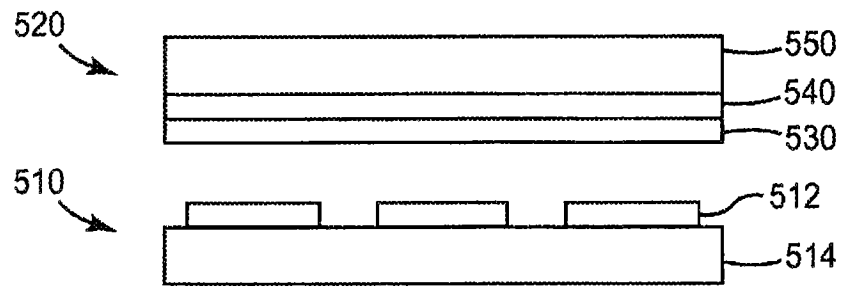


图 5A

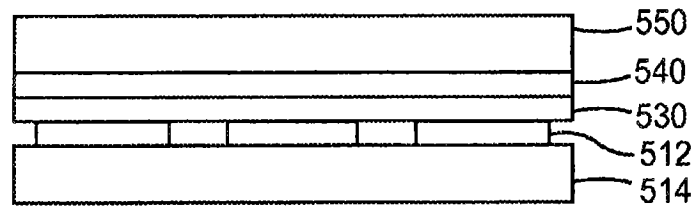


图 5B

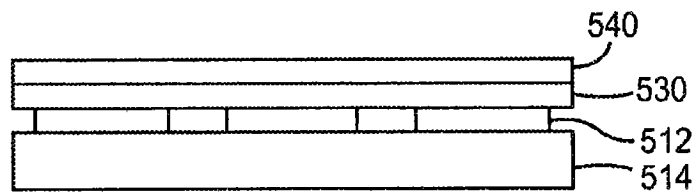


图 5C

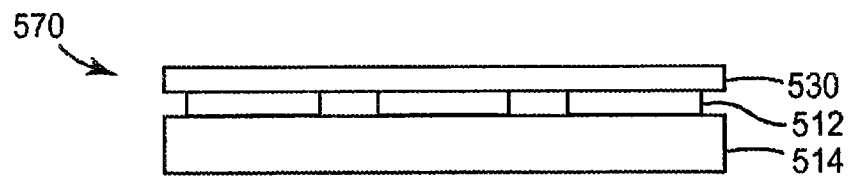


图 5D

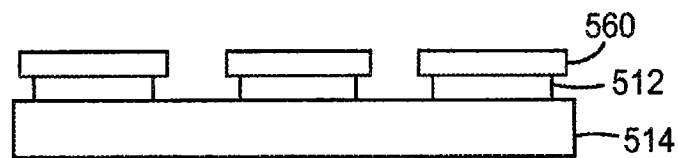


图 5E