



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102057504 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200980121095. X

(22) 申请日 2009. 04. 23

(30) 优先权数据

61/059, 073 2008. 06. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/041521 2009. 04. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02009/148717 EN 2009. 12. 10

(71) 申请人 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

安德鲁·J·乌德科克

托米·W·凯利

凯瑟琳·A·莱瑟达勒

(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 谷惠敏 穆德骏

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

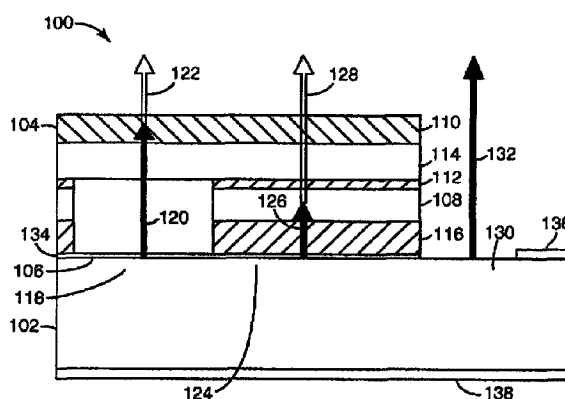
权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 6 页

(54) 发明名称

接合有半导体波长转换器的发光二极管

(57) 摘要

本发明公开了一种以泵浦波长发光的电致发光器件。第一光致发光元件覆盖所述电致发光器件的第一区域和第二区域,并且将至少一些来自所述电致发光器件的所述第一区域的所述泵浦光转换为第一波长的光。第二光致发光元件覆盖所述电致发光器件的所述第二区域而未覆盖其所述第一区域,并且将至少一些所述泵浦波长的光转换为与所述第一波长不同的第二波长的光。在一些实施例中,所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件分别转换基本上所有的分别从所述电致发光器件的所述第一区域和所述第二区域入射的所述泵浦光。蚀刻阻挡层可分隔所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件。



1. 一种以第一波长和第二波长发光的发光装置,包括:

以泵浦波长发光的电致发光器件;

第一光致发光元件,其覆盖所述电致发光器件的第一区域和第二区域,所述第一光致发光元件能够将至少一些从所述电致发光器件的所述第一区域入射的所述泵浦波长的光转换为所述第一波长的光;以及

第二光致发光元件,其设置在所述第一光致发光元件和所述电致发光器件之间,所述第二光致发光元件覆盖所述电致发光器件的所述第二区域,而未覆盖所述电致发光器件的所述第一区域,所述第二光致发光元件能够将至少一些从所述电致发光器件的所述第二区域入射的所述泵浦波长的光转换为与所述第一波长不同的所述第二波长的光。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一光致发光元件包括至少第一势阱,并且所述第二光致发光元件包括至少第二势阱。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中所述第一光致发光元件包括设置在吸收半导体层之间的多个第一势阱,所述吸收半导体层吸收从所述电致发光器件入射的所述泵浦波长的光,所述第一势阱能够发出所述第一波长的光。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中所述第二光致发光元件包括设置在吸收半导体层之间的多个第二势阱,所述吸收半导体层吸收从所述电致发光器件入射的所述泵浦波长的光,所述第二势阱能够发出所述第二波长的光。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件包含 II-VI 族半导体材料。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件各包括设置在镉镁锌硒化物 (CdMgZnSe) 的吸收层之间的多个镉锌硒化物 (CdZnSe) 量子阱。

7. 根据权利要求1所述的装置,还包括设置在所述第二光致发光元件和所述电致发光器件之间的粘合剂层,所述粘合剂层将所述第二光致发光元件附接到所述电致发光器件上。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第二发光元件直接接合到所述电致发光器件上。

9. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一光致发光元件与所述第二光致发光元件一起外延生长。

10. 根据权利要求9所述的装置,还包括在所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件之间外延生长的窗层和蚀刻阻挡层。

11. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一光致发光元件吸收基本上所有的从所述电致发光器件的所述第一区域入射到所述第一光致发光元件上的所述泵浦波长的光,并且所述第二光致发光元件吸收基本上所有的从所述电致发光器件的所述第二区域入射到所述第二光致发光元件上的所述泵浦波长的光。

12. 根据权利要求1所述的装置,还包括窗层,所述窗层与所述第一光致发光元件一起外延生长并设置在所述第一光致发光元件和所述电致发光元件之间,来自所述第一区域的所述泵浦波长的光在入射到所述第一发光元件上之前通过所述窗层。

13. 根据权利要求1所述的装置,其中由所述第二光致发光元件发出并入射到所述第

一光致发光元件上的所述第二波长的光基本上透过所述第一光致发光元件传输。

14. 一种能够以第一波长和第二波长发光的发光装置,包括:

以泵浦波长发光的电致发光器件;

第一光致发光元件,其覆盖所述电致发光器件的第一区域,所述第一光致发光器件能够将基本上所有的从所述电致发光器件的所述第一区域入射的所述泵浦波长的光转换为所述第一波长的光;以及

第二光致发光元件,其覆盖所述电致发光器件的第二区域,所述第二光致发光元件能够将基本上所有的从所述电致发光器件的所述第二区域入射的所述泵浦波长的光转换为所述第二波长的光。

15. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第一光致发光元件还覆盖所述电致发光器件的所述第二区域。

16. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第二光致发光元件未覆盖所述电致发光器件的所述第一区域。

17. 根据权利要求 14 所述的装置,其中由所述第二光致发光元件发出并入射到所述第一光致发光元件上的所述第二波长的光基本上透过所述第一光致发光元件传输。

18. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第一光致发光元件包括设置在吸收半导体层之间的多个第一势阱,所述吸收半导体层吸收从所述电致发光器件入射的所述泵浦波长的光,所述第一势阱能够发出所述第一波长的光。

19. 根据权利要求 18 所述的装置,其中所述第二光致发光元件包括设置在吸收半导体层之间的多个第二势阱,所述吸收半导体层吸收从所述电致发光器件入射的所述泵浦波长的光,所述第二势阱能够发出所述第二波长的光。

20. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件包含 II-VI 族半导体材料。

21. 根据权利要求 20 所述的装置,其中所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件各包括设置在镉镁锌硒化物 (CdMgZnSe) 的吸收层之间的多个镉锌硒化物 (CdZnSe) 量子阱。

22. 根据权利要求 14 所述的装置,还包括设置在所述第二光致发光元件和所述电致发光器件之间的粘合剂层,所述粘合剂层将所述第二光致发光元件附接到所述电致发光器件上。

23. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第二光致发光元件直接接合到所述电致发光器件上。

24. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第一光致发光元件与所述第二光致发光元件一起外延生长。

25. 根据权利要求 24 所述的装置,还包括在所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件之间外延生长的窗层和蚀刻阻挡层。

26. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述第一光致发光元件用粘合剂附接到所述第二光致发光元件上。

27. 一种半导体结构,包括:

第一再发光半导体结构,其能够将泵浦波长的光转换为与所述泵浦波长不同的第一波

长的光,所述第一再发光半导体结构可用第一蚀刻剂蚀刻;

蚀刻阻挡层,其与所述第一再发光半导体结构一起外延生长,所述蚀刻阻挡层能够抵抗所述第一蚀刻剂的蚀刻;以及

第二再发光半导体结构,其在所述蚀刻阻挡层上外延生长并且能够将所述泵浦波长的光转换为与所述泵浦波长和所述第一波长不同的第二波长的光,所述第一再发光半导体结构和所述蚀刻阻挡层两者对由所述第二再发光半导体结构发出的所述第二波长的光基本上透明。

28. 根据权利要求 27 所述的结构,还包括衬底,其中所述第一再发光半导体结构在所述衬底上外延生长。

29. 根据权利要求 28 所述的结构,其中所述衬底包含磷化铟 (InP)。

30. 根据权利要求 27 所述的结构,其中所述蚀刻阻挡层能够发出第三波长的荧光,所述荧光的波长比所述第二波长短。

31. 根据权利要求 27 所述的结构,还包括在所述蚀刻阻挡层和所述第一再发光半导体结构之间外延生长的窗层,所述第二再发光半导体结构和所述蚀刻阻挡层的一些部分被移除以暴露所述窗层。

32. 一种形成光转换元件的方法,包括:

提供具有第一再发光部分、第二再发光部分和所述第一再发光部分和所述第二再发光部分之间的蚀刻阻挡层的半导体结构,所述第一再发光部分、所述蚀刻阻挡层和所述第二再发光部分一起外延生长;

蚀刻所述第二再发光部分中的第一区域,以暴露所述蚀刻阻挡层的某一区域;

蚀刻所述蚀刻阻挡层的所述暴露区域,同时照射所述蚀刻阻挡层以产生第一波长的荧光;

检测所述第一波长的荧光;以及

当不再检测到所述第一波长的荧光时终止蚀刻所述蚀刻阻挡层。

33. 根据权利要求 32 所述的方法,其中所述提供所述半导体结构包括提供具有由镉锌硒化物 (CdZnSe) 形成的所述蚀刻阻挡层的所述半导体结构,并且蚀刻所述蚀刻阻挡层包括使所述蚀刻阻挡层暴露于 HBr/H₂O/Br₂ 的溶液中。

34. 根据权利要求 33 所述的方法,其中所述第二再发光部分包括镉镁锌硒化物 (CdMgZnSe),并且蚀刻所述第二再发光区域包括使所述第二再发光部分暴露于 HCl 和 HBr 中的至少一者的溶液中。

35. 根据权利要求 32 所述的方法,其中所述第一再发光部分和所述第二再发光部分各包括设置在由 CdMgZnSe 形成的吸收层之间的 CdZnSe 量子阱的排列,所述第一再发光部分的所述量子阱设置成可发出绿光,而所述第二再发光部分的所述量子阱设置成可发出红光。

36. 一种形成多波长发光二极管 (LED) 的方法,包括:

将第一光致发光元件附接到 LED 上,当被来自所述 LED 的泵浦光照射时所述第一光致发光元件能够产生第一波长的光;

移除所述第一光致发光元件的一些部分;以及

将第二光致发光元件附接在所述第一光致发光元件上方,当被来自所述 LED 的泵浦光

照射时所述第二光致发光元件能够产生与所述第一波长不同的第二波长的光。

37. 根据权利要求 36 所述的方法,还包括移除所述第二光致发光元件的一些部分。

38. 根据权利要求 36 所述的方法,其中移除所述第一光致发光元件的所述一些部分包括蚀刻所述第一光致发光元件的所述一些部分。

39. 根据权利要求 36 所述的方法,其中将所述第一光致发光元件附接到所述 LED 上包括用粘合剂将所述第一光致发光元件附接到所述 LED 上。

40. 根据权利要求 36 所述的方法,其中将所述第一光致发光元件附接到所述 LED 上包括在所述第一光致发光元件和所述 LED 之间形成光学结合。

41. 根据权利要求 36 所述的方法,其中所述第一光致发光元件和所述第二光致发光元件各包括形成于 II-VI 族半导体材料中的势阱结构。

接合有半导体波长转换器的发光二极管

技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管 (LED), 更具体地涉及包括用于转换 LED 发光波长的波长转换器的发光二极管。

背景技术

[0002] 波长转换发光二极管 (LED) 在照明应用中变得日益重要, 这些应用中需要通常不是由 LED 产生的彩光, 或者可使用单个 LED 产生通常由多个不同的 LED 共同产生的具有一定光谱的光。此类应用的一个实例是用于显示器的背向照明中, 例如计算机和电视机的液晶显示器 (LCD)。在此类应用中, 需要使用相当白的光来照明 LCD 面板。利用单一的 LED 产生白光的一种方法是首先用 LED 产生蓝光, 然后将该光的一部分或全部转换成不同的颜色。例如, 在使用蓝光发射 LED 作为白光源时, 可利用波长转换器将蓝光的一部分转换为黄光。所得光是黄光和蓝光的组合, 在观察者看来为白色。然而, 所得光的颜色 (白点) 就用于显示装置而言可能并非最佳, 因为该白光是仅混合两种不同颜色光的结果。

发明内容

[0003] 本发明的一个实施例涉及以第一波长和第二波长发光的发光装置。该装置包括以泵浦波长发光的电致发光器件。第一光致发光元件覆盖该电致发光器件的第一区域和第二区域。第一光致发光元件能够将至少一些从电致发光器件第一区域入射的泵浦波长的光转换为第一波长的光。该装置还包括设置在第一光致发光元件和电致发光器件之间的第二光致发光元件。第二光致发光元件覆盖电致发光器件的第二区域, 而未覆盖电致发光器件的第一区域。第二光致发光元件能够将至少一些从电致发光器件第二区域入射的泵浦波长的光转换为与第一波长不同的第二波长的光。

[0004] 本发明的另一个实施例涉及能够以第一波长和第二波长发光的发光装置。该装置包括以泵浦波长发光的电致发光器件。第一光致发光元件覆盖电致发光器件的第一区域。第一光致发光元件能够将基本上所有的从电致发光器件第一区域入射的泵浦波长的光转换为第一波长的光。第二光致发光元件覆盖电致发光器件的第二区域。第二光致发光元件能够将基本上所有的从电致发光器件第二区域入射的泵浦波长的光转换为第二波长的光。

[0005] 本发明的另一个实施例涉及具有第一再发光半导体结构的半导体构造, 该第一再发光半导体结构能够将泵浦波长的光转换为与泵浦波长不同的第一波长的光。第一再发光半导体结构可用第一蚀刻剂蚀刻。蚀刻阻挡层与第一再发光半导体结构一起外延生长。蚀刻阻挡层能够抵抗第一蚀刻剂的蚀刻。第二再发光半导体结构在蚀刻阻挡层上外延生长, 并且能够将泵浦波长的光转换为与泵浦波长和第一波长不同的第二波长的光。第一再发光半导体结构和蚀刻阻挡层两者对从第二再发光半导体结构发出的第二波长的光基本上透明。

[0006] 本发明的另一个实施例涉及形成光转换元件的方法。该方法包括提供一种半导体结构, 该半导体结构具有第一再发光部分、第二再发光部分和位于第一再发光部分与第二

再发光部分之间的蚀刻阻挡层。第一再发光部分、蚀刻阻挡层和第二再发光部分一起外延生长。在第二再发光部分中蚀刻第一区域,以暴露蚀刻阻挡层。对蚀刻阻挡层的第一区域进行蚀刻,同时照射蚀刻阻挡层以产生第一波长的荧光。检测第一波长的荧光,并且当不再检测到第一波长的荧光时终止对蚀刻阻挡层第一区域的蚀刻。

[0007] 本发明的另一个实施例涉及形成多波长发光二极管(LED)的方法。该方法包括将第一光致发光元件附接到LED上。当用来自LED的泵浦光照射时,第一光致发光元件能够产生第一波长的光。然后移除第一光致发光元件的一些部分。第二光致发光元件被附接在第一光致发光元件上方。当用来自LED的泵浦光照射时,第二光致发光元件能够产生与第一波长不同的第二波长的光。

[0008] 本发明的上述发明内容并非旨在描述本发明的每个示出的实施例或每个实施方案。以下附图和具体实施方式更具体地举例说明这些实施例。

附图说明

[0009] 结合以下附图对本发明的多个实施例的详细说明,可以更全面地理解本发明,其中:

[0010] 图1 概略地说明根据本发明原理的波长转换发光二极管(LED)的实施例;

[0011] 图2 概略地说明根据本发明原理的波长转换器的实施例;

[0012] 图3A-3F 概略地说明波长转换LED的一个实施例的制造步骤;

[0013] 图4 概略地说明波长转换LED的另一个实施例;

[0014] 图5A和5B 概略地说明根据本发明原理的波长转换LED的其他实施例;以及

[0015] 图6A-6D 概略地说明波长转换LED的另一个实施例的制造步骤。

[0016] 虽然本发明经得起各种修改以及替代形式的检验,但其具体的方式已经以举例的方式在附图中示出并将详细说明。然而,应该理解,其目的并不在于将本发明局限于所描述的具体实施例。相反,其目的在于涵盖落入附带的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、等同形式和替代形式。

具体实施方式

[0017] 本发明适用于使用波长转换器的发光二极管,该波长转换器将LED以给定波长发出的光的至少一部分的波长转换为两种另外的波长。文中称光具有某一波长时,应当理解该光可具有一定范围的波长,这时该特指的波长为该波长范围内的峰值波长。例如,说到光具有波长 λ 的场合,应当理解该光可具有一定范围的波长,其中波长 λ 为波长范围内的峰值波长。

[0018] 图1 概略地说明根据本发明第一实施例的波长转换LED装置100的实例。装置100包括LED 102,其作为一种电致发光器件。半导体波长转换器104附接到LED上102的上表面106。通过转换从LED 102接收的波长 λ_p 的光,转换器104能够产生至少两种不同波长 λ_1 和 λ_2 的光。转换器104形成为堆叠,该堆叠包括相比第二光致发光元件110设置在更接近LED 102的第一光致发光元件108。光致发光元件是一种半导体结构,该半导体结构被另一个通常较短的特征波长的光照射时在一个特征波长发出光。当被来自LED 102的波长 λ_p 的光照射时,第一发光元件产生波长 λ_1 的光。当被来自LED 102的波长 λ_p 的

光照射时,第二发光元件产生波长 λ_2 的光。两个光致发光元件 108、110 由蚀刻阻挡层 112 和窗层 114 分隔。此外,第二窗层 116 可将第一光致发光元件与 LED 102 分隔。

[0019] 各半导体光致发光元件 108、110 包括至少一个用于吸收来自 LED102 的波长 λ_p 的光的层,从而在半导体中形成载流子对,以及至少一个收集载流子的势阱层(例如,量子阱层),这些载流子重新结合而发出波长长于 λ_p 的光。第一光致发光元件 108 中产生的光的波长 λ_1 通常长于第二光致发光元件 110 中产生的光的波长 λ_2 ,因而波长 λ_1 的光可通过第二光致发光元件 110。例如,当 LED 102 为 GaN 基 LED 时,波长 λ_p 的光通常为蓝色,由第一光致发光元件 108 产生红光,由第二光致发光元件产生绿光。因此,LED 装置 100 能够发出用于显示器的所有三种颜色(红色、绿色和蓝色)的光。

[0020] LED 102 的第一区域 118 仅由第二光致发光元件 110 覆盖。来自 LED 102 的第一区域 116 的具有波长 λ_p 的光 120 入射到第二光致发光元件 110 上而产生波长 λ_2 的光 122。第二光致发光元件 110 可吸收基本上所有的从 LED 102 的第一区域 116 入射的光 120,或可仅吸收部分的入射光 120。

[0021] LED 102 的第二区域 124 既由第一光致发光元件 108 又由第二光致发光元件 110 覆盖。来自 LED 102 的第二区域 124 的具有波长 λ_p 的光 126 入射到第一光致发光元件 108 上,从而产生波长 λ_1 的光 128。第一光致发光元件 108 可吸收基本上所有的从 LED 102 的第二区域 124 入射的光 126。波长 λ_1 的光 128 基本上透过第二光致发光元件 110 传输并从波长转换器 104 射出。

[0022] LED 102 的第三区域 130 既不被第一光致发光元件 108 也不被第二光致发光元件 110 覆盖。因此,波长 λ_p 的光 132 可直接从波长转换器 104 射出。应当理解,与来自第一再发光区域 108 和第二再发光区域 110 的光一样,来自 LED 102 的光在多个不同方向上传播。因此,不同波长的光 122、128 和 132 从 LED 装置射出并成为空间上混合的光。

[0023] 波长转换器 104 可以直接接合到 LED 102 上或可以任选地使用接合层 134 来衔接。接合层 134 的使用在 2007 年 10 月 8 日提交的美国专利申请 No. 60/978,304 中有更为详细的论述,关于波长转换器 104 与 LED 102 的直接接合描述于 2007 年 12 月 10 日提交的美国专利申请 No. 61/012,604 中。电极 136 和电极 138 可设置在 LED 102 的任意一侧,为 LED 102 提供驱动电流。LED 装置 100 也可在一个或多个表面上具有提取特征,例如临时专利申请 No. 60/978,304.5 中所论述。

[0024] 虽然本发明不限制可使用的 LED 半导体材料的类型,因此不限制 LED 内产生的光的波长,但是期望本发明可用于转换蓝光。例如,产生蓝光的 AlGaInN LED 可与吸收蓝光的波长转换器一起使用来产生红光和绿光,使所得的空间混合光呈现白色。

[0025] 可与 LED 装置 100 一起使用的多层波长转换器通常采用多层量子阱结构,该多层量子阱结构基于 II-VI 族半导体材料,例如,诸如 CdMgZnSe 之类的各种金属合金硒化物。在此类多层波长转换器中,半导体波长转换器被构造成结构的某些部分中的能带隙使得至少一些由 LED 发出的泵浦光被吸收。通过泵浦光吸收产生的电荷载子扩散到量子阱层中,该量子阱层被设计成具有比吸收区域小的能带隙,其中这些载流子重新结合并产生较长波长的光。此描述并非意图限制半导体材料的类型或者波长转换器的多层结构。

[0026] 图 2 概略地说明示例性的波长转换器 200 的能带结构。例如使用分子束外延法(MBE)或某些其他外延技术使波长转换器外延生长。转换器 200 的这些不同的层被示出为

外延叠堆,其中每一层的宽度代表该层的能带隙。波长转换器通常在 InP 衬底上生长。表 I 汇总了示例性的波长转换器中各层的厚度、材料和能带隙。

[0027] 表 1:示例性波长转换器结构的汇总

[0028]

层号	说明	材料	厚度 (μm)	能带隙 (eV)
202	底窗	CdMgZnSe	0.05	2.92
204	带隙渐变	CdMgZnSe	0.22	2.92-2.48
206	红量子阱	CdZnSe	0.0057	1.88(在 1.96 发光)
208	红量子阱的吸收材料	CdMgZnSe:Cl	0.12	2.48
210	红量子阱的吸收材料	CdMgZnSe:Cl	0.64	2.48
212	蚀刻阻挡层	CdZnSe	0.1	2.1
214	带隙渐变	CdMgZnSe	0.15	2.48-2.92
216	中间窗	CdMgZnSe	0.35	2.92
218	带隙渐变	CdMgZnSe	0.22	2.92-2.48
220	绿量子阱	CdZnSe	0.0023	2.13(在 2.25 发光)
222	绿量子阱的吸收材料	CdMgZnSe:Cl	0.12	2.48
224	绿量子阱的吸收材料	CdMgZnSe:Cl	0.5	2.48
226	渐变吸收材料	CdMgZnSe	0.13	2.48-2.35
228	缓冲层	GaInAs	0.2	与 InP 匹配的晶格
230	衬底	InP		

[0029] 窗层为半导体层,该半导体层被设计为对至少一些入射到窗层上的光透明。底窗层 202 是附接到 LED 上的层。渐变层为其组合物从一侧至另一侧变化以在相邻层之间的能带隙中提供平滑过渡的层。在此示例性结构中,渐变层的层组合物通过改变 Cd、Mg 和 Zn 的相对丰度而变化。光致发光元件包括由吸收层与势阱层相间而成的叠堆。因此,红色光致发光元件包括层 206、208 和 210,而绿色光致发光元件包括层 220、224 和 224。蚀刻阻挡层 212 是用来抵抗对红色光致发光元件进行蚀刻的蚀刻剂的蚀刻的层,使得蚀刻不会抵达绿色光致发光元件。

[0030] 现参照图 3A-3F 讨论一种制造包括双波长转换器的 LED 装置的方法。在对其工艺过程作概括性解释时,具体实例返回参照图 2 所描述的双波长转换器。

[0031] 首先,光致发光元件的叠堆可在衬底上使用常规的外延生长技术制造以生产双波长转换器晶片 300,如图 3A 中概略地表示。双波长转换器晶片 300 包括衬底 302、将光转换为第一转换波长的第一光致发光元件 304、中间窗层 306、蚀刻阻挡层 308 和将光转换为第二转换波长的第二光致发光元件 310。为简明起见,省略了其他层,例如另外的窗层、缓冲层和渐变层。在此工艺过程中,第二光致发光层 310 是最后附接到 LED 上的层。

[0032] 采用(例如)常规的光刻图案化,并使用合适的蚀刻剂将第二光致发光层 310 的各区域 312 蚀刻到蚀刻阻挡层 308。在图 2 的实例中,第二发光层 310 包括 CdMgZnSe 层,在此情况下,蚀刻剂可以为(例如)包含 HCl 或 HBr 的溶液。

[0033] 第二光致发光层 310 设计成可将吸收的光转换到第二转换波长,该性质可用于监控蚀刻过程。可用第二光致发光层 310 中吸收的光和检测到的第二转换波长的所得转换光来照射第二光致发光层 310 的蚀刻区域 312。可通过肉眼或通过任何合适的检测器,例如通过具有滤光器或光谱分析仪的光电检测器来检测产生的第二转换波长的光,以排除不是第二转换波长的光。当第二光致发光层 310 的量子阱从蚀刻区域 312 移除时,所产生的第二转换波长的光的量会减少。当第二光致发光层 310 的蚀刻区域 312 被完全蚀刻时,蚀刻速率将变慢或在蚀刻阻挡层 308 的表面处基本停止,以制作图 3B 中概略地表示的晶片。

[0034] 在图 2 的双波长转换器的具体实例中,利用来自 LED、激光器或其他合适光源的蓝光或紫外光照射蚀刻区域 312,并检测来自第二光致发光层 310 的红色转换光。蚀刻阻挡层 308 发出橙色荧光,因此,当第二光致发光层 310 的量子阱已从蚀刻区域 312 移除时红色转换光的发射停止。

[0035] 然后,可在对蚀刻区域 312 中的蚀刻阻挡层 308 进行蚀刻前清洗晶片 300。接着用第二蚀刻剂移除蚀刻区域 312 中的蚀刻阻挡层 308。可通过对来自蚀刻阻挡层 308 的光的荧光进行检测来后续该蚀刻过程,该荧光通过对正在被蚀刻的蚀刻阻挡层 308 进行照射而产生。被光源照射时蚀刻阻挡层 308 产生的荧光的光谱与其下面的中间窗层 306 或第一光致发光层 304 产生的光的光谱不同,当蚀刻阻挡层 308 已从蚀刻区域 312 移除时,可检测到蚀刻阻挡层 308 的荧光的减少。此时,可停止蚀刻过程以制作图 3C 中概略地表示的晶片。根据用于照射蚀刻区域 312 的光的波长,该照射光或者在中间窗层 306 中产生荧光或者在第一光致发光层 304 中产生第一转换波长的光。

[0036] 在图 2 所示的双波长转换器的特定实例中,蚀刻阻挡层 308 由氯掺杂的 CdZnSe 形成,并且第二蚀刻剂可以为(例如)体积比为 200/40/1 的 HBr/H₂O/Br₂ 的溶液。可使用与用于照射第二光致发光层 310 的蓝光或紫外光相同的光来照射 CdZnSe 蚀刻阻挡层 308。当照射光的波长与要被附接波长转换器的 LED 所产生的光的波长相同或接近时,中间窗 306 对照射光基本上透明,因此一旦将蚀刻阻挡层 308 通过蚀刻移除时,第一光致发光层就产生绿光。因此,一旦发出的光由橙色变为绿色时,可停止蚀刻过程。

[0037] 在(例如通过光刻技术)图案化后,可通过移除中间窗层 306 和第一光致发光层 304 将晶片 300 的某些区域 314 向下蚀刻至衬底 302,从而得到图 3D 中概略地说明的结构。可使用与用于蚀刻第二光致发光层 310 的蚀刻剂相同的蚀刻剂对这些层进行蚀刻。

[0038] 然后,可将晶片 300 附接到 LED 晶片 316 上(例如通过使用粘接剂层(未示出)或直接接合的方式),以制成图 3E 中概略地说明的结构。

[0039] 然后通过(例如)蚀刻移除衬底 302,以制成图 3F 中概略表示的结构。在图 2 所

示的双波长转换器的实例中,衬底 302 为 InP,可通过在 3HCl : 1H₂O 溶液中蚀刻来移除。缓冲层 GaInAs(未示出)可使用 40g 己二酸 : 200ml H₂O : 30ml NH₄OH : 15ml H₂O₂ 的蚀刻剂来移除。浅蚀刻区域 312 使来自 LED 晶片 316 的光能够直接通过中间窗层 306 而到达第一光致发光区域 304,以产生第一转换波长的光。第二光致发光层 310 附接于 LED 晶片 316 上的那些区域使来自 LED 晶片 316 的光能够照射第二光致发光层 310,以产生第二转换波长的光。深蚀刻区域 314 使来自 LED 晶片 316 的光能够直接射出波长转换器。

[0040] 通过在虚线 320 处分离,转换 LED 晶片 318(包括附接到 LED 晶片 316 上的已蚀刻的转换器晶片 300)可被分割成单个转换 LED 装置。例如,可使用晶片锯在虚线 320 处切割转换 LED 晶片 318,以制成单个波长转换 LED 装置。可用其他的方法来从晶片 318 分割出单个装置,例如激光切割和水射流切割。

[0041] 图 4 概略地说明双波长转换 LED 装置 400 的另一个实施例。此图中的若干要素类似于参照图 1 所论述的那些要素,并具有相同的附图标记。然而,LED 402 包含可独立寻址的区域 418、424 和 430。为简化附图,省略了用于独立激发各区域 418、424、430 的电极,但是应当理解,各区域 418、424、430 设有单独的电连接。各区域 418、424、430 的特定激发使得由装置 400 产生的三个发射波长 122、128、132 中的每个波长的光的量得以独立控制。从而,可通过改变所发射的波长为 λ_p 、 λ_1 、 λ_2 中的一个或多个的光的量来改变由装置 400 发出的光的感知色调。例如,如果平衡不同波长的光的发射使得感知颜色为白色,则可降低产生红光的 LED 区域 424 中的电流,以产生感知的青色色调。

[0042] 在双波长转换装置的另一个实施例中,双转换器可被图案化以与一组泵浦 LED 的像素化相配,使得每个可独立寻址的 LED 或者经过转换或者通过转换器的蚀刻区域而产生单色光。这样的装置可用作多色显示器。

[0043] 图 5A 概略地说明波长转换 LED 500 的另一个实施例。在此实施例中,波长转换 LED 500 包括 LED 502,在 LED 502 的顶部的是第一光致发光元件 504 和第二光致发光元件 506。当由来自 LED 502 的波长 λ_p 的光照射时,第一光致发光元件 504 产生波长 λ_1 的光。当由来自 LED 502 的波长 λ_p 的光照射时,第二发光元件 506 产生波长 λ_2 的光。在此实施例中,两个光致发光元件 504、506 彼此独立生长,并且可以不是在第一光致发光元件 504 附接到 LED 502 上之前就是在这之后连接在一起。可使用任何合适的方法,例如上述的光学接合或用光学胶将第一光致发光元件 504 附接到 LED502 上。在此图示实例中,光学胶 508 用来将第一光致发光元件 504 附接到 LED502 上。例如通过蚀刻,将第一光致发光元件 504 的位于 LED 502 的第二区域 502b 和第三区域 502c 上方的一些部分移除。在此图示实施例中,第二光致发光元件 506 通过光学胶 508 附接到第一光致发光元件上。例如通过蚀刻,将第二光致发光元件 506 的位于 LED 502 的区域 502c 上方的一些部分移除。

[0044] 因此,第一光致发光元件 504 将从 LED 502 的区域 502a 接收的波长 λ_p 的光 510 转化为波长 λ_1 的光 512。第二光致发光元件 506 将从 LED 502 的区域 502b 接收的波长 λ_p 的光 514 转换为波长 λ_2 的光 516。来自 LED 502 的区域 502c 的波长 λ_p 的光 518 从波长转换 LED 500 透射。

[0045] 在图 5B 概略地说明的另一个实施例中,也可例如通过蚀刻将第二光致发光元件 506 的位于第一光致发光元件 504 上方的一些部分移除。

[0046] 现参照图 6A-6D 讨论一种制造图 5A 或 5B 的装置的可能方法。如图 6A 中概略地

表示,衬底 606 上的第一光致发光层 604 被附接到 LED 装置 602 上。可使用诸如粘合剂 608 的接合剂来附接第一光致发光层 604。如图 6B 中概略地表示,衬底 606 被移除,并例如采用一些标准光刻技术将光致发光层 604 图案化。

[0047] 将第二光致发光层 610 附接到第一光致发光层 604。可使用粘合剂 612,或如图 6C 中概略地表示,采用直接接合将第二光致发光层 610 附接到第一光致发光层 604 上。为便于操作,可将第二光致发光层 610 附接到衬底 614 上。如在此图示实例中,在使用粘合剂 612 的情况下,可在添加第二光致发光层 610 之前,先用粘合剂 612 使图案化的第一光致发光层 604 平坦化。随后(例如采用标准光刻技术)将第二光致发光层图案化,如图 6D 中概略地表示。

[0048] 本发明不应被理解为限于以上描述的具体实例,而应理解为覆盖附加权利要求中正确阐述的本发明的所有方面。在阅览本发明的说明书之后,对于本发明所涉及的领域的技术人员而言,本发明可适用的各种修改形式、等效工艺以及多种结构将是显而易见的。权利要求书意图涵盖此类修改和装置。例如,尽管以上说明讨论了基于 GaN 的 LED,但本发明也适用于采用其他 III-V 族半导体材料制作的 LED 和采用 II-VI 族半导体材料的 LED。

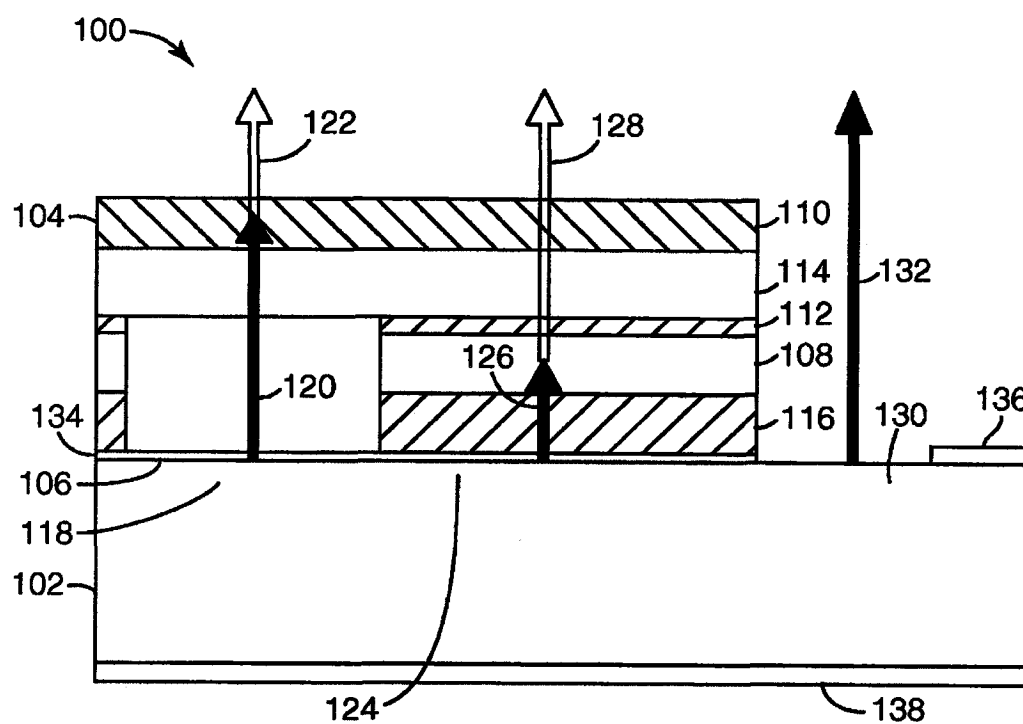


图 1

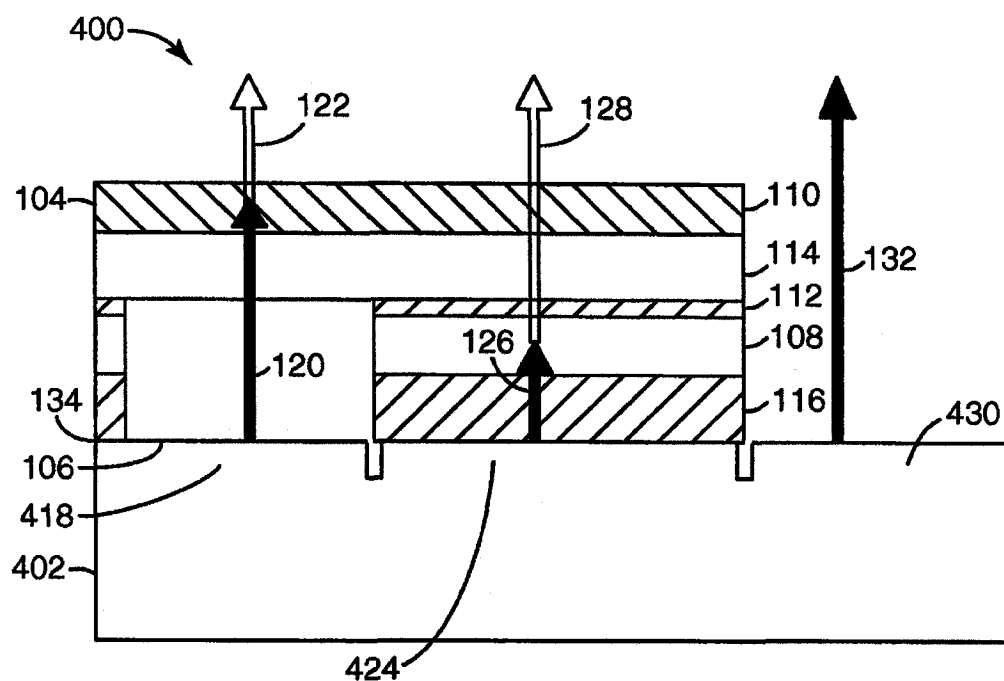


图 4

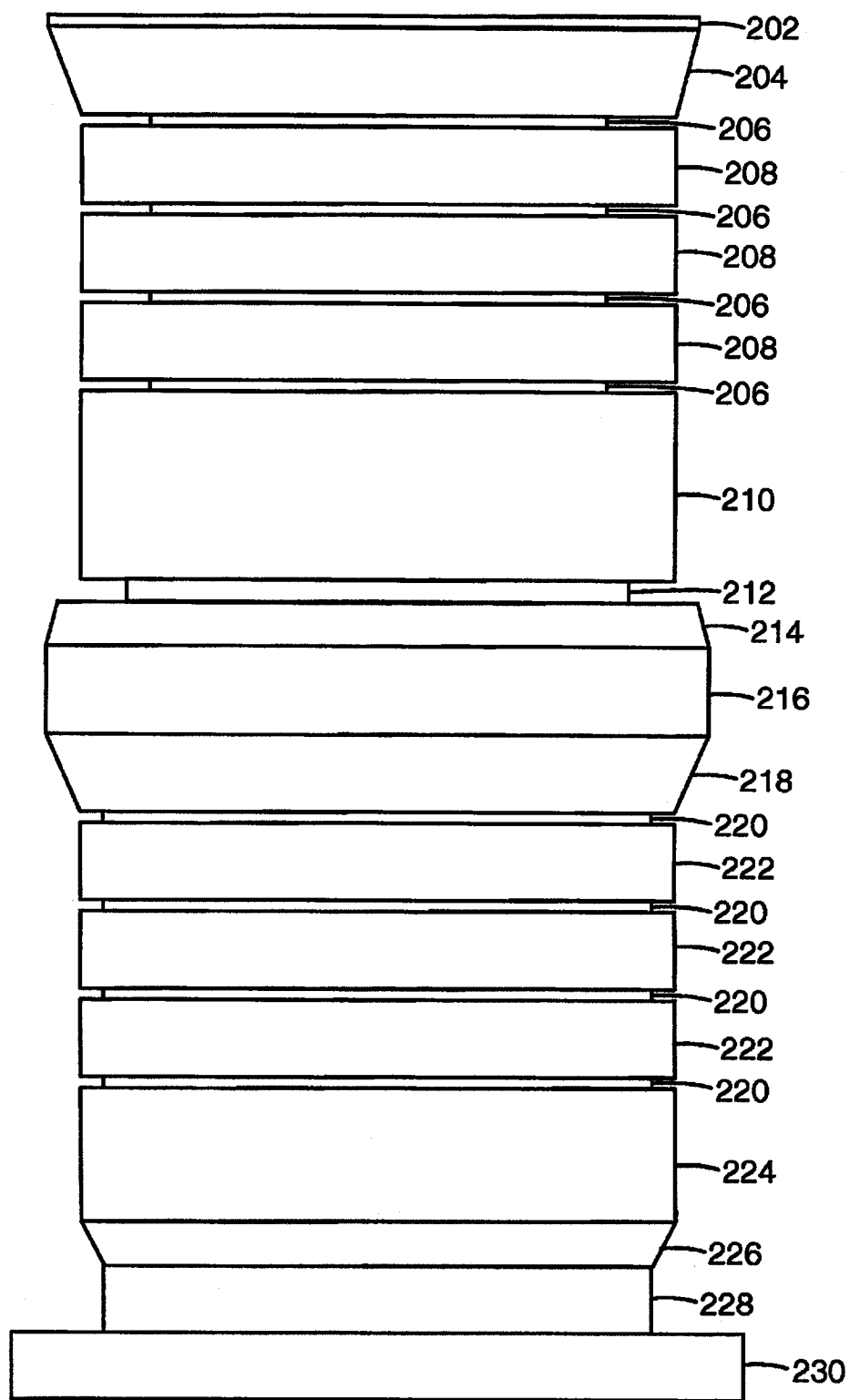


图 2

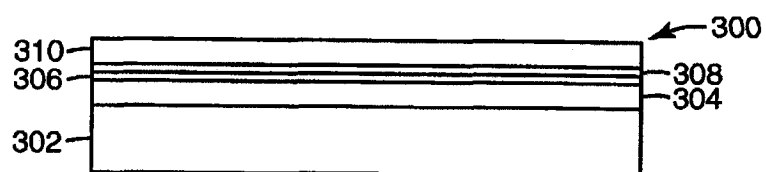


图 3A

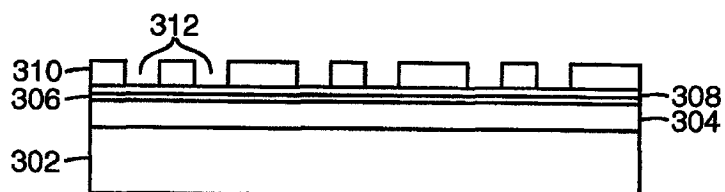


图 3B

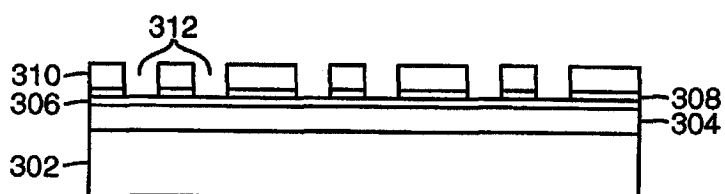


图 3C

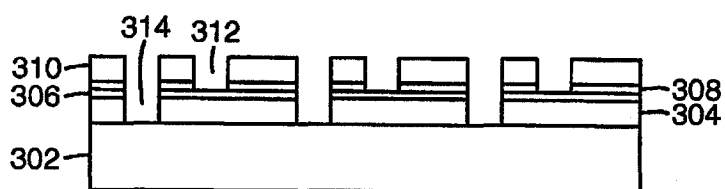


图 3D

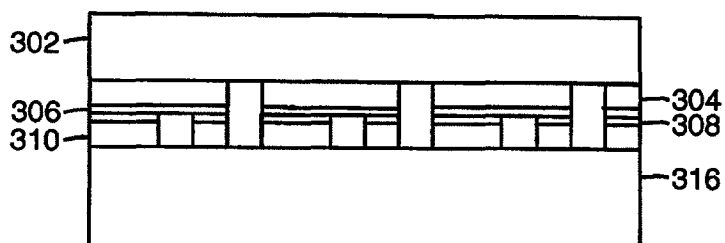


图 3E

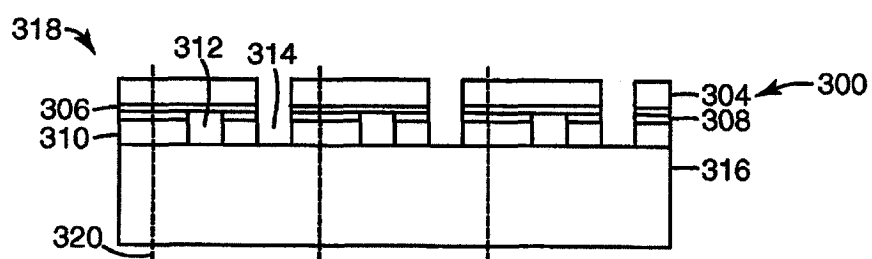


图 3F

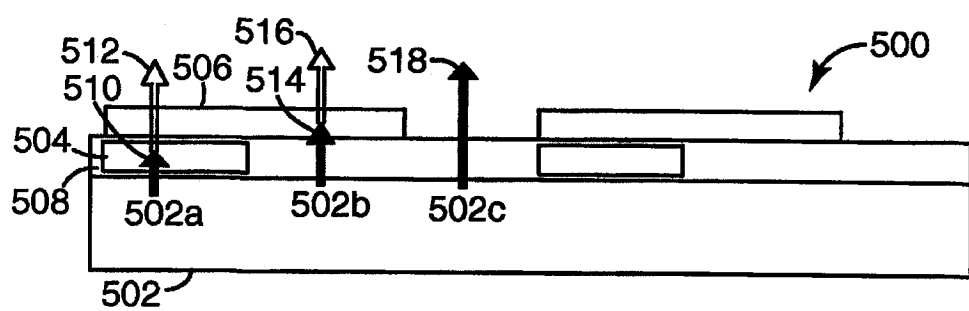


图 5A

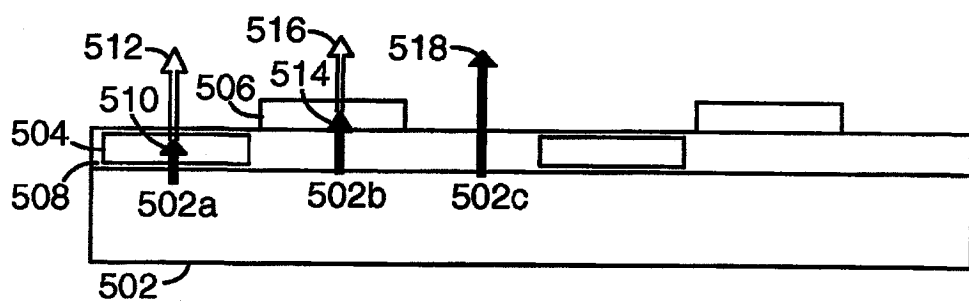


图 5B

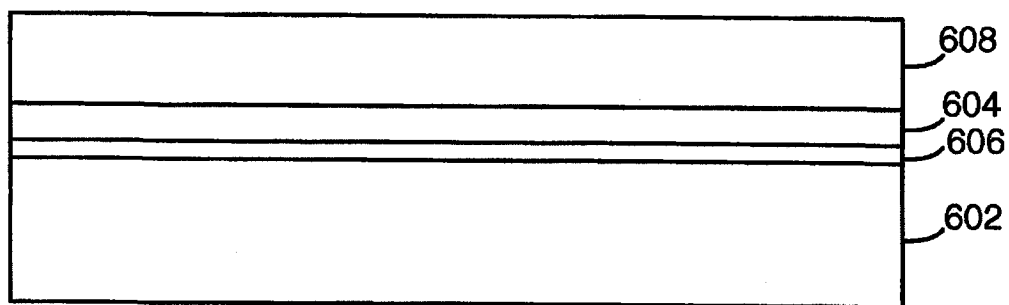


图 6A

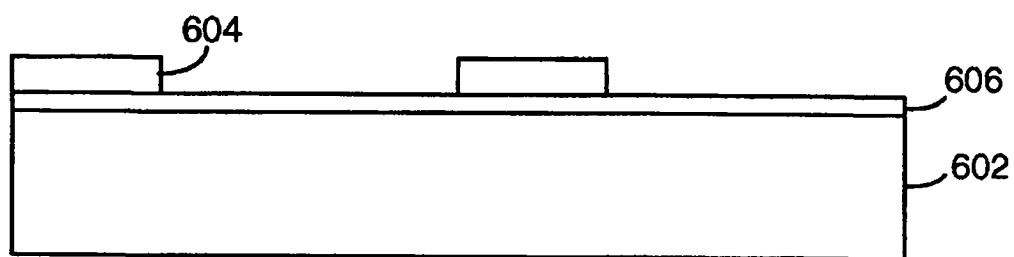


图 6B

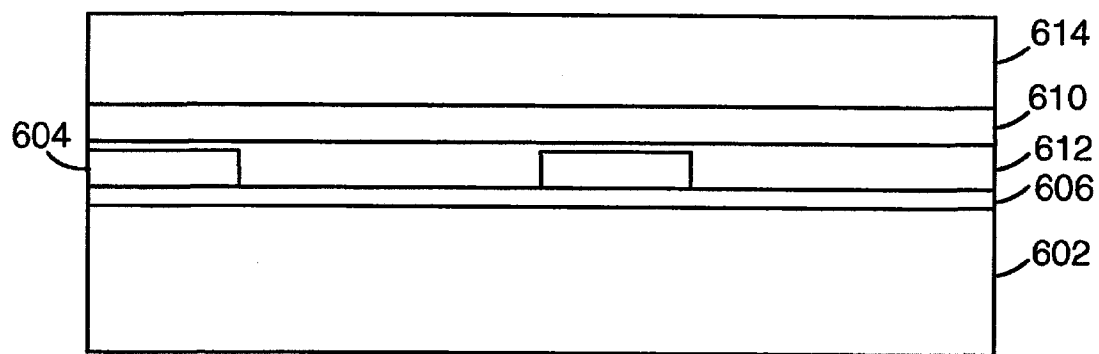


图 6C

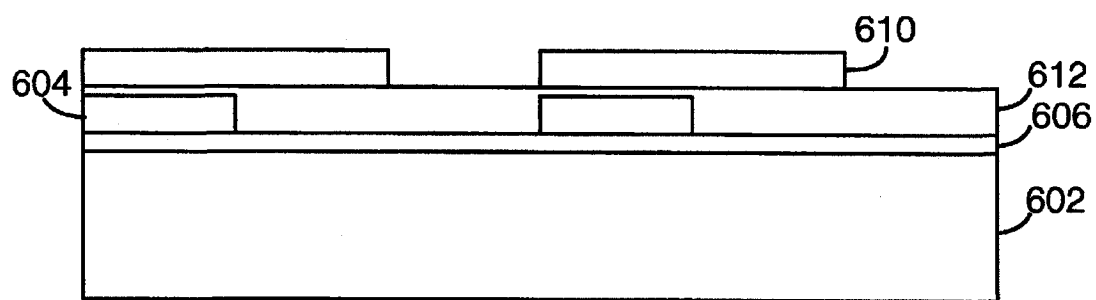


图 6D