



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101197489 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200710193308.2

审查员 任晓东

(22) 申请日 2007.12.03

(30) 优先权数据

2006-328938 2006.12.06 JP

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

(72) 发明人 高桥诚 有本英生 细见和彦

深町俊彦 牧野茂树 松冈康信

菅原俊树

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 王永刚

(51) Int. Cl.

H01S 5/00 (2006.01)

H01S 5/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1402029 A, 2003.03.12, 全文.

US 20050265653 A1, 2005.12.01, 全文.

US 6980720 B2, 2005.12.27, 全文.

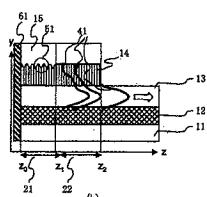
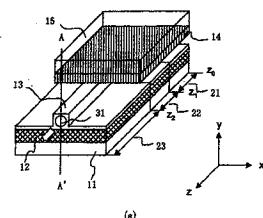
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 14 页

(54) 发明名称

光半导体装置以及光波导路装置

(57) 摘要

本发明提供一种光半导体装置以及光波导路装置。提供一种点尺寸小的光波导路和波导路型光功能零件之间的光耦合效率高的光波导回路。设置使光波导路和波导路型光功能零件的芯分别接近，与波导路型光功能零件的芯连续地有效折射率朝向连接对象的波导路降低的层。



1. 一种光半导体装置,其特征在于,具有:

具有设置在硅衬底上的硅氧化膜、设置在上述硅氧化膜上且在上述硅衬底的长度方向上延伸的硅芯层的第1部件;

在化合物半导体衬底上设置了化合物半导体芯层的第2部件,

上述硅芯层是光在其内部传输的层,

上述化合物半导体芯层具有共振器区域和模式变换区域,

上述共振器区域的一端侧成为与上述模式变换区域的一端侧连续的区域,

将上述共振器区域的光的传播方向的长度和上述模式变换区域的光的传播方向的长度合起来的合计长度比上述硅芯层的光的传播方向的长度还短,

上述共振器区域是半导体激光器的振荡区域,

上述模式变换区域朝向上述光的传播方向,其区域的有效折射率的值减少,

在上述硅芯层上的至少一部分上固定上述化合物半导体芯层,

被上述硅衬底和上述化合物半导体衬底夹着的上述化合物半导体芯层的有效折射率值比上述硅衬底以及上述化合物半导体衬底的有效折射率值还高,

上述硅芯层的至少一部分具有脊形状。

2. 根据权利要求1所述的光半导体装置,其特征在于:

用上述硅衬底以及上述化合物半导体衬底封闭上述硅芯层以及上述化合物半导体芯层内的光。

3. 根据权利要求1所述的光半导体装置,其特征在于:

在上述模式变换区域的与上述共振器区域相反一侧的前端部分以及与该前端部分相比在上述共振器区域侧的部分上,设置以锥形形状使前端变细的部分,上述锥形形状的部分与上述硅芯层重叠,上述第1部件和上述第2部件光耦合。

4. 一种光波导路装置,至少具有由透明的材料构成的第一、第二以及第三层,该光波导路装置的特征在于:

第三层形成在第一以及第二层之间,

第一层的折射率比第二层的折射率低,

第二层的折射率比第三层的折射率低,

第三层至少具有一个在与第一、第二以及第三层的层叠方向垂直的面内至少在二个方向上具有光封闭构造的光波导路条带构造,

在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面附近,第二层的有效的折射率沿着与该端面相交的第三层的光波导路条带的长轴方向朝向该端面变低。

5. 根据权利要求4所述的光波导路装置,其特征在于:

第二层形成为,在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面的附近,沿着与该端面相交的第三层的光波导路条带的长轴方向,至少具有一个朝向该端面在与层厚度方向垂直的面内的宽度变窄的锥形构造。

6. 根据权利要求4所述的光波导路装置,其特征在于:

在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面的法线的、在与层厚度方向垂直的面内的成分与该光波导路条带的长轴方向相交。

7. 根据权利要求4所述的光波导路装置,其特征在于:

在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个上述第二层的端面的附近，在上述第二层中打入与上述第二层的主要成分不同的材料，并且沿着该光波导路条带的长轴方向调制打入的材料的浓度。

8. 根据权利要求 5 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第一层是硅氧化膜，上述第二层是化合物半导体，并且上述第三层是硅。

9. 根据权利要求 6 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第一层是硅氧化膜，上述第二层是化合物半导体，并且上述第三层是硅。

10. 根据权利要求 7 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第一层是硅氧化膜，上述第二层是化合物半导体，并且上述第三层是硅。

11. 根据权利要求 8 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第二层的有效折射率沿着上述第三层的光波导路条带没有降低的区域作为半导体激光器发挥功能。

12. 根据权利要求 11 所述的光波导路装置，其特征在于：

在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

13. 根据权利要求 8 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第二层的有效折射率沿着上述第三层的光波导路条带没有降低的区域作为光电探测器发挥功能。

14. 根据权利要求 13 所述的光波导路装置，其特征在于：

在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

15. 根据权利要求 8 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第二层的有效折射率沿着上述第三层的光波导路条带没有降低的区域作为光调制器发挥功能。

16. 根据权利要求 15 所述的光波导路装置，其特征在于：

在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

17. 根据权利要求 9 所述的光波导路装置，其特征在于：

上述第二层的有效折射率沿着上述第三层的光波导路条带没有降低的区域作为半导体激光器发挥功能。

18. 根据权利要求 17 所述的光波导路装置，其特征在于：

在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

光半导体装置以及光波导路装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光半导体装置 (optical semiconductor device) 以及光波导路 (optical waveguide) 装置, 特别涉及在光波导路间在光学上以低损失耦合的技术。

背景技术

[0002] 随着近年通信量的增大, 大容量的光通信装置的需求提高。因此, 对装置的大容量化有效的光零件的小型化的研究在各处蓬勃开展。例如, 为了使光波导回路小型化, 研究使用 Si 细线 (nano wire) 的技术。在 Si 细线光波导路中, 与以往的使用石英或聚合物时相比, 将光更强地封闭在芯内部。因此, 减小容许最小曲率半径, 可实现光波导回路的小型化。另一方面, 在 Si 细线光波导路中因为光点尺寸小, 所以产生与半导体激光器等的波导路型光功能零件的光耦合损失与以往相比增大这一问题。在这样的背景下, 研究了通过沿着 Si 细线的光轴直接粘贴半导体激光器的活性层, 将激光光高效率地和 Si 细线耦合的元件 (非专利文献 1)。使用图 9 说明本元件的结构。图 9(a) 表示立体图, 图 9(b) 表示通过图 9(a) 中的 A-A, 的 y-z 剖面图。如这些图所示, 在本元件中从下侧开始以 Si 衬底 11、Si 氧化膜层 12、Si 芯层 13、化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15 这一顺序层叠。此外, 在与 z 轴垂直的两端面上分别和通常的法布里珀罗 (Fabry-perot) 型半导体激光器一样地施加有高反射涂层 61 以及低反射涂层 62。通过采用这种结构, 能够形成将 z 轴作为光轴, 将图中的 z0 和 z1 之间作为共振器区域 21 的半导体激光器。即, 通过对本结构注入电流或者光激励得到激光振荡。此时, 增益从化合物半导体芯层 14 中产生, 化合物半导体芯层 14 成为半导体激光器的活性层。此外, 半导体激光器的下侧包层 (cladding layer) 以及上侧包层分别由 Si 芯层 13 以及化合物半导体衬底 15 兼具其功能。此时, 通常 Si 的折射率因为与化合物半导体相比高, 所以根据本结构, 光强度分布 41 的中心不在化合物半导体芯层 14 内。而在 Si 芯层 13 内 (如图 9(b) 图示的那样)。因此, 本元件能够在和 Si 细线光波导路之间得到高的光耦合。图 10 表示在图 9 中的 xy 平面上的剖面上的光强度分布 41。如上所述, 因为光强度分布 41 的中心处于 Si 芯层 13 内, 所以光的大部分被封闭在 Si 芯层 13 内。但是, 一部分的光因为泄漏到化合物半导体芯层 14 内所以能够得到增益, 可以发生激光振荡。为了使所振荡的激光光入射到其他功能零件或光纤等中, 只要如图 11 所示那样用 Si 芯层 13 形成光回路, 引导波导光 31 即可。在此, 为了将光引导到其他的功能零件中而使 Si 芯层 13 延伸的部分, 即没有化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15 的部分上, 可以在 Si 芯层 13 的上部什么都不形成而暴露在空气中, 也可以用聚合物或 Si 氧化膜层等来埋入 Si 芯层 13。

[0003] [非专利文献 1] IEEE Photonic Technology Letters, Vol. 18, No. 10, pp. 1143-1145 (2006)

[0004] [非专利文献 2] IEEE Photonic Technology Letters, Vol. 8, No. 4, pp. 479-481 (1996)

[0005] [非专利文献 3] IEEE J. Quantum Electron., Vol. QE29, No. 6,

pp. 2088-2096 (1993)

[0006] 但是,在上述结构中存在将光从 Si 芯层导入其他的功能零件时发生光损失这一问题。即,在将光从图 11 中的共振器区域 21 导入到外部时发生光损失。在此,所谓共振器区域 21 是指构成激光器共振器的部分的区域整体。在图 12 中表示其状态。图 12 是图 11 中的在共振器区域 21 的外侧 z2 上的 xy 剖面。在此,在共振器区域 21 内进行波导的光中,只能对在 Si 芯层 13 内存在的光(光分布 41-1)进行波导。这是因为在共振器区域 21 外不存在化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15,由此在共振器区域 21 内泄漏到化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15 中的光(光分布 41-2)在共振器区域 21 的端面上向外部射出的缘故。该射出的部分的光成为损失。

发明内容

[0007] 因而,本发明的目的在于提供一种以低损失对 Si 细线等的波导路和作为半导体激光器等的光功能零件的光波导路进行光耦合的结构以及方法。

[0008] 本发明的主旨之一如下。

[0009] 一种光半导体装置,其特征在于,具有:

[0010] 具有设置在硅衬底上的硅氧化膜、设置在上述硅氧化膜上且在上述硅衬底的长度方向或者一个方向上延伸的硅芯(core layer)层的第一部件;

[0011] 在化合物半导体衬底上设置了化合物半导体芯层的第二部件,

[0012] 上述硅芯层是光在其内部传输的层,

[0013] 上述化合物半导体芯层具有共振器区域和模式变换区域,

[0014] 上述共振器区域的一端侧成为与上述模式变换区域的一端侧连续的区域,

[0015] 将上述共振器区域的光的传播方向的长度和上述模式变换区域的光的传播方向的长度合起来的合计长度比上述硅芯层的光的传播方向的长度还短,

[0016] 上述共振器区域是半导体激光器的振荡区域,

[0017] 上述模式变换区域朝向上述光的传播方向,其区域的有效折射率的值减少,

[0018] 在上述硅芯层上的至少一部分上固定上述化合物半导体芯层,

[0019] 被上述硅衬底和上述化合物半导体衬底夹着的上述化合物半导体芯层的有效折射率值比上述硅衬底以及上述化合物半导体衬底的有效折射率值还高。

[0020] 本发明的实施例的主旨之一如下。

[0021] 由如下光波导路装置实现,该光波导路装置至少具有由透明的材料构成的第一、第二以及第三层,该光波导路装置的特征在于:第三层形成在第一以及第二层之间,第一层的折射率比第二层的折射率低,第二层的折射率比第三层的折射率低,第三层至少具有一个在与第一、第二以及第三层的层叠方向垂直的面内至少在二个方向上具有光封闭构造的光波导路条带构造,在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面附近,第二层的有效的折射率沿着与该端面相交的第三层的光波导路条带的长轴方向朝向该端面变低。

[0022] 根据本发明,可以以低损失进行光波导路和半导体激光器等的作为光功能零件的光波导路的光耦合。

附图说明

- [0023] 图 1 是表示本发明的第一种实施例的构造的图。
- [0024] 图 2-1 是表示在化合物半导体芯层中的有效折射率分布的图。
- [0025] 图 2-2 是表示在化合物半导体芯层中的有效折射率分布的图。
- [0026] 图 2-3 是表示在化合物半导体芯层中的有效折射率分布的图。
- [0027] 图 3-1 是表示本发明的第二种实施例的图。
- [0028] 图 3-2 是表示本发明的第二种实施例的图。
- [0029] 图 4-1 是表示本发明的第二种实施例的制作方法的图。
- [0030] 图 4-2 是表示本发明的第二种实施例的制作方法的图。
- [0031] 图 5 是表示本发明的第二种实施例的其他形态的图。
- [0032] 图 6 是表示本发明的第三种实施例的图。
- [0033] 图 7 是表示本发明的第四种实施例的图。
- [0034] 图 8 是表示本发明的第四种实施例的其他形态的图。
- [0035] 图 9 是表示以往的光波导路装置的结构的图。
- [0036] 图 10 是表示以往的光波导路装置中的光强度分布的图。
- [0037] 图 11 是表示以往的光波导路装置的其他形态的图。
- [0038] 图 12 是表示以往的光波导路装置中的光强度分布的图。
- [0039] 图 13 是表示本发明的第四种实施例的其他形态的图。
- [0040] (符号说明)
- [0041] 11 :Si 衬底
- [0042] 12 :Si 氧化膜层
- [0043] 13 :Si 芯层
- [0044] 13-1 :光波导路条带的侧壁
- [0045] 14 :化合物半导体芯层
- [0046] 15 :化合物半导体衬底
- [0047] 16 :蚀刻掩模
- [0048] 21 :共振器区域
- [0049] 22 :模式变换区域
- [0050] 23 :Si 细线区域
- [0051] 31 :光束
- [0052] 35 :有效折射率分布
- [0053] 41 :光强度分布
- [0054] 41-1 :在 Si 芯层内的光强度分布
- [0055] 41-1 :化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15 中的光强度分布
- [0056] 51 :格栅
- [0057] 61 :高反射涂层
- [0058] 62 :低反射涂层

具体实施方式

[0059] 以下,用附图详细说明本发明的实施方式。

[0060] (实施例 1)

[0061] 图 1 表示本发明的第一种实施例。图 1(a) 是立体图,图 1(b) 是通过图 1(a) 中的 A-A' 的 y-z 剖面图。本元件具有:半导体激光器的共振器区域 21、模式变换区域 22 以及 Si 细线区域 23。在共振器区域 21 中从下侧开始按照 Si 衬底 11、Si 氧化膜层 12、Si 芯层 13、化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15 这一顺序层叠。在此, Si 氧化膜层 12 的折射率 n1 比化合物半导体芯层 14 的折射率 n2 低,并且,化合物半导体芯层 14 的折射率 n2 比 Si 芯层 13 的折射率 n3 低。即, $n_1 < n_2 < n_3$ 。此外,在共振器区域 21 中在化合物半导体芯层 14 和化合物半导体衬底 15 之间设置格栅 51,在 z0 端面上设置高反射涂层 61,形成分布反馈型半导体激光器的共振器。在模式变换区域 22 中从下侧开始按照 Si 衬底 11、Si 氧化膜层 12、Si 芯层 13、化合物半导体芯层 14 以及化合物半导体衬底 15 这一顺序层叠。在 Si 细线区域 23 中从下侧开始按照 Si 衬底 11、Si 氧化膜层 12、Si 芯层 13 的顺序层叠。无论在哪个区域中 Si 芯层 13 都形成横梁型的波导路条带。此外,Si 芯层 13 也可以用聚合物或 Si 氧化膜等埋入。此外,在本实施例中列举了在端面上施加了高反射涂层的例子,但本发明当然不限于该例子。例如,可以施加无反射涂层,也可以什么涂层都不施加。此外,在本实施例中作为共振器型,列举了分布反馈型,但本发明当然不限于该例子。例如,也可以形成法布里珀罗型或其他型的共振器。

[0062] 图 2-1(a) 表示在化合物半导体芯层 14 中的有效折射率分布 35。如图 2-1(a) 所示,在化合物半导体芯层 14 中的有效折射率在模式变换区域 22 内朝向模式变换区域 22 的端面 z2 降低。通常光更多地分布在折射率高的区域上。因此,如图 1(b) 所示那样在共振器区域 21 上向化合物半导体芯层 14 大量漏出的光通过降低化合物半导体芯层 14 内的有效折射率,在模式变换区域 22 内逐渐密封到折射率高的 Si 芯层 13 内,在 Si 细线区域 23 中能够得到与固有模式大致相等的光束形状。

[0063] 耦合的光的光束形状和耦合目的地的光波导路的固有模式的重叠越大,光波导路的耦合损失越小。因而,如果采用本结构则能够以低损失将来自共振器区域 21 的光耦合在 Si 细线区域 23 上,能够从 Si 细线区域 23 得到充分强度的光束 31。

[0064] 在图 2-1(a) 中,表示了使在化合物半导体芯层 14 中的有效折射率从光轴方向的位置 z1 对 z2 线性地减少的情况,但如图 2-1(b) 所示也可以非线性地减少。

[0065] 为了将化合物半导体芯层 14 的折射率分布设置成图 2 所示那样,例如,关于化合物半导体芯层 14 的混晶化,沿着 Si 芯层 13 的条带方向调制其程度而进行,或者关于向化合物半导体芯层 14 的离子的打入,沿着 Si 芯层 13 的条带方向调制浓度而进行,或者沿着 Si 芯层 13 的条带方向调制化合物半导体芯层 14 的膜厚度即可。

[0066] 在此,首先说明通过离子的打入制作图 2-1(a) 至 (b) 所示的有效折射率分布的方法。通常当注入了成为半导体的施主或者受主的各种元素的情况下,注入浓度越高半导体的折射率越低。因此,如图 2-2(a) 至 (b) 所示那样,如果沿着 Si 芯层 13 的条带方向调制注入浓度 36,则能够在化合物半导体芯层 14 中制作如图 2-1(a) 至 (b) 所示的有效折射率分布。

[0067] 以下,说明通过调制化合物半导体芯层 14 的膜厚度,制作图 2-1(a) 至 (b) 所示的

有效折射率分布的方法。膜厚度越小，化合物半导体芯层 14 的有效折射率越低。因此，如图 2-3(a) 至 (b) 所示那样如果沿着 Si 芯层 13 的条带方向调制化合物半导体芯层 14 的膜(层)厚度 37，则能够在化合物半导体芯层 14 中制作图 2-1(a) 至 (b) 所示的有效折射率分布。而且，为了制作图 2-3(a) 至 (b) 所示那样的膜厚度分布，只要采用使用了电介质或 Si 掩模的区域选择生长即可（参照非专利文献 2、3 的记述）。

[0068] (实施例 2)

[0069] 图 3 表示本发明的第二种实施例。在本实施例中，通过在模式变换区域 22 中将化合物半导体芯层 14 中加工成锥形，实现折射率调制。

[0070] 在此，首先，说明通过将化合物半导体芯层 14 加工成锥形来制作图 2-1(a) 至 (b) 所示的有效折射率分布的方法。化合物半导体芯层 14 的有效折射率是条带宽度越小越低。因此，如图 3-2(a) 至 (b) 所示那样，如果将化合物半导体芯层 14 的条带宽度 38 沿着 Si 芯层 13 的条带方向调制为锥形，就能够在化合物半导体芯层 14 中制作图 2-1(a) 至 (b) 所示的有效折射率分布。

[0071] 图 4-1 表示本实施例的制作方法。首先，分别制作化合物半导体部分和 Si 波导路部分。接着，粘贴化合物半导体部分的化合物半导体芯层 14 和 Si 波导路部分 Si 芯层 13 就完成。

[0072] 图 4-1 表示在化合物半导体部分中将化合物半导体芯层 14 加工成锥形的方法。首先，如图 4-2(a) 所示在化合物半导体衬底 15 上层叠化合物半导体芯层 14，进一步在其上制作蚀刻掩模 16。接着，如图 4-2(b) 所示那样对化合物半导体芯层 14 进行蚀刻。最后，如图 4-2(c) 所示那样除去蚀刻掩模 16。在此，如果将蚀刻掩模 16 的宽度设置成从图 3-1 的 z1 朝向 z2 变细，则能够得到具有图 3-1 所示那样的锥形部分的化合物半导体芯层 14。

[0073] 在图 3-1 中，表示在化合物半导体芯层 14 中的锥形有多个的情况，但也可以如图 5 所示那样只设置 1 个。

[0074] (实施例 3)

[0075] 图 6 表示本发明的第三种实施例。在本实施例中通过加工成在模式变换区域 22 中化合物半导体芯层 14 的端面和光波导路条带的侧壁 13-1 相交，实现折射率调制。在本实施例中，因为不需要化合物半导体芯层 14 的微细加工，所以制造变得容易。

[0076] (实施例 4)

[0077] 图 7 表示本发明的第四种实施例。在本实施例中，在模式变换区域 22 附近通过将光波导路条带的侧壁 13-1 加工成曲线形，谋求光耦合效率的提高。图 7 表示了使光波导路条带宽度变窄的情况，但也可以加工成图 8 所示那样加宽的情况或其他的形状。

[0078] (实施例 5)

[0079] 图 13 表示本发明的第五种实施例。在本发明中，如本实施例所示也可以是与 Si 芯层 13 的光轴垂直的剖面成为矩形。

[0080] 本发明并不被上述实施例中所示的材料以及光封闭方式等限定而有效。

[0081] 而且，与本发明的实施例有关的技术事项如下。

[0082] 1. 一种光波导路装置，至少具有由透明的材料构成的第一、第二以及第三层，该光波导路装置的特征在于：第三层形成在第一以及第二层之间，第一层的折射率比第二层的折射率低，第二层的折射率比第三层的折射率低，第三层至少具有一个在与第一、第二以及

第三层的层叠方向垂直的面内至少在二个方向上具有光封闭构造的光波导路条带构造,在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面附近,第二层的有效折射率沿着与该端面相交的第三层的光波导路条带的长轴方向朝向该端面变低。

[0083] 2. 上述1所述的光导波路装置,其特征在于:第二层形成为,在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面的附近,沿着与该端面相交的第三层的光波导路条带的长轴方向,至少具有1个朝向该端面在与层厚度方向垂直的面内的宽度变窄的锥形构造。

[0084] 3. 上述1所述的光波导路装置,其特征在于:在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个第二层的端面的法线的、在与层厚度方向垂直的面内的成分与该光波导路条带的长轴方向相交。

[0085] 4. 上述1所述的光波导路装置,其特征在于:在与上述第三层的至少一个光波导路条带相交的至少一个上述第二层的端面的附近,在上述第二层中打入与上述第二层的主要成分不同的材料,并且沿着该光波导路条带的长轴方向调制打入的材料的浓度。

[0086] 5. 上述2所述的光波导路装置,其特征在于:上述第一层是硅氧化膜,上述第二层是化合物半导体,并且上述第三层是硅。

[0087] 6. 上述3所述的光波导路装置,其特征在于:上述第一层是硅氧化膜,上述第二层是化合物半导体,并且上述第三层是硅。

[0088] 7. 上述4所述的光波导路装置,其特征在于:上述第一层是硅氧化膜,上述第二层是化合物半导体,并且上述第三层是硅。

[0089] 8. 上述5所述的光波导路装置,其特征在于:上述第二层的有效折射率没有沿着上述第三层的光波导路条带降低的区域作为半导体激光器发挥功能。

[0090] 9. 上述8所述的光波导路装置,其特征在于:在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

[0091] 10. 上述5所述的光波导路装置,其特征在于:上述第二层的有效折射率没有沿着上述第三层的光波导路条带降低的区域作为光电探测器发挥功能。

[0092] 11. 上述10所述的光波导路装置,其特征在于:在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

[0093] 12. 上述5所述的光波导路装置,其特征在于:上述第二层的有效折射率没有沿着上述第三层的光波导路条带降低的区域作为光调制器发挥功能。

[0094] 13. 上述12所述的光波导路装置,其特征在于:在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

[0095] 14. 上述6所述的光波导路装置,其特征在于:上述第二层的有效折射率没有沿着上述第三层的光波导路条带降低的区域作为半导体激光器发挥功能。

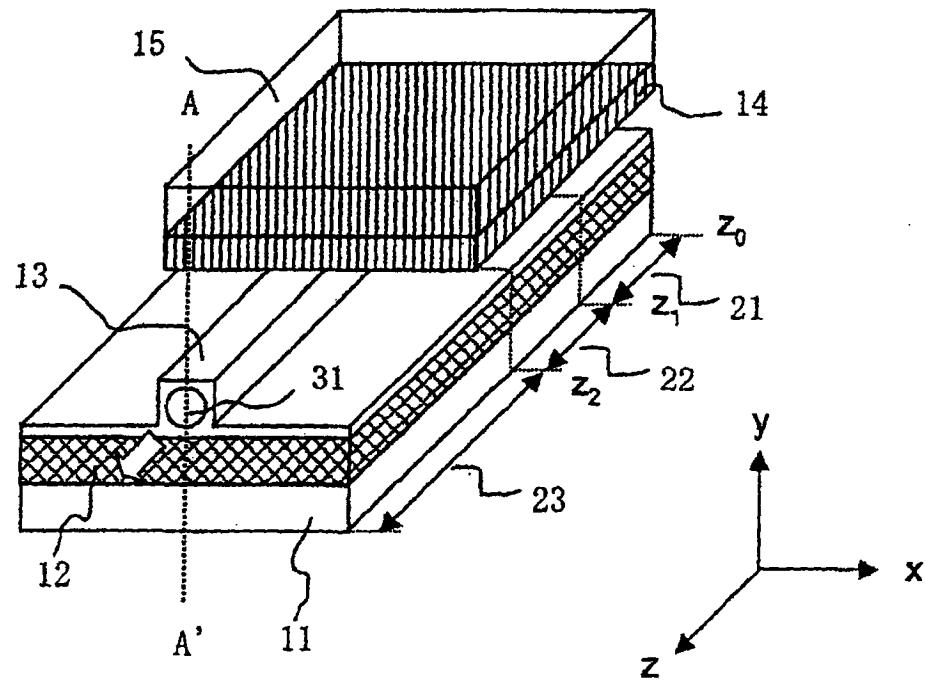
[0096] 15. 上述14所述的光波导路装置,其特征在于:在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

[0097] 16. 上述6所述的光波导路装置,其特征在于:上述第二层的有效折射率没有沿着上述第三层的光波导路条带降低的区域作为光电探测器发挥功能。

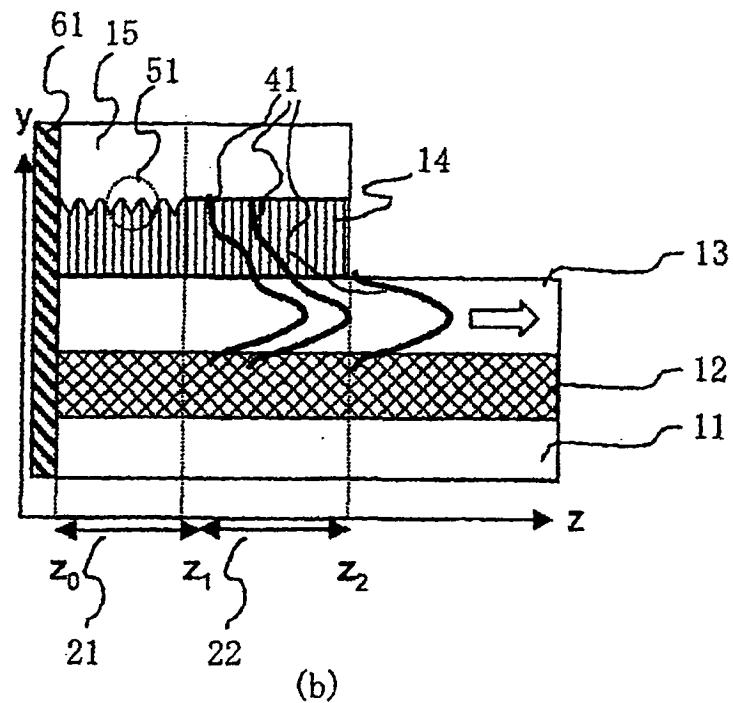
[0098] 17. 上述16所述的光波导路装置,其特征在于:在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

[0099] 18. 上述 6 所述的光波导路装置, 其特征在于 : 上述第二层的有效折射率没有沿着上述第三层的光波导路条带降低的区域作为光调制器发挥功能。

[0100] 19. 上述 18 所述的光波导路装置, 其特征在于 : 在上述第二层和上述第三层之间具有透明电极。

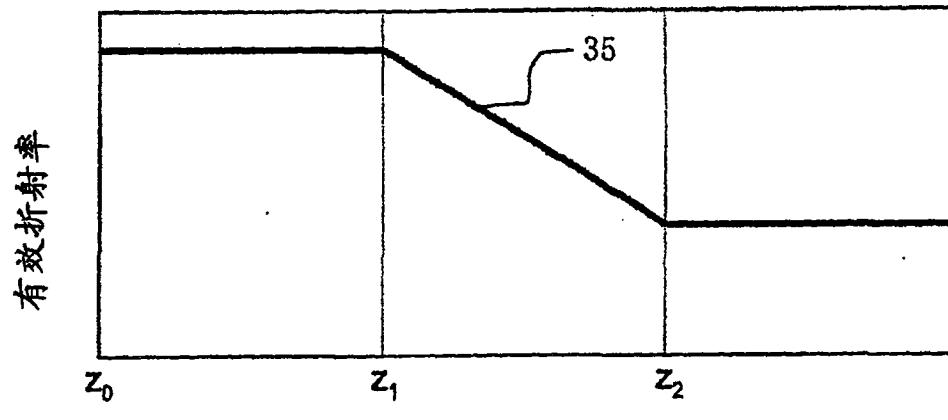


(a)

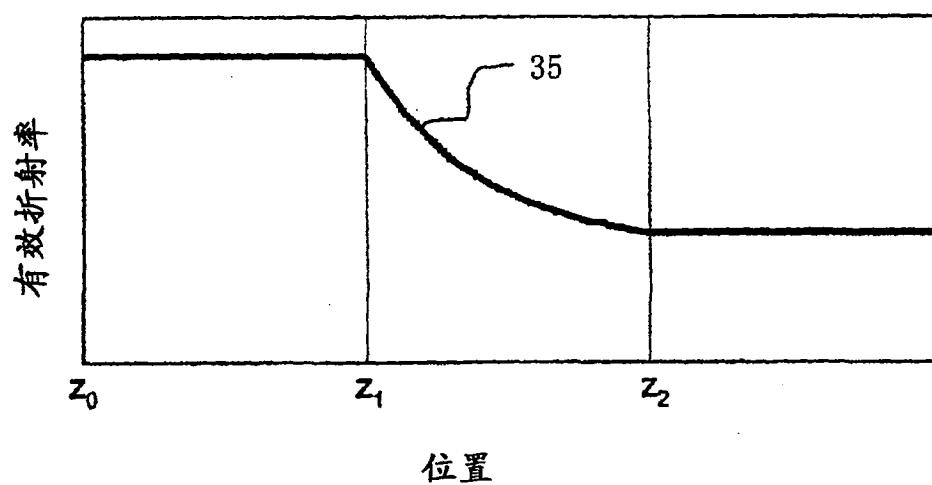


(b)

图 1

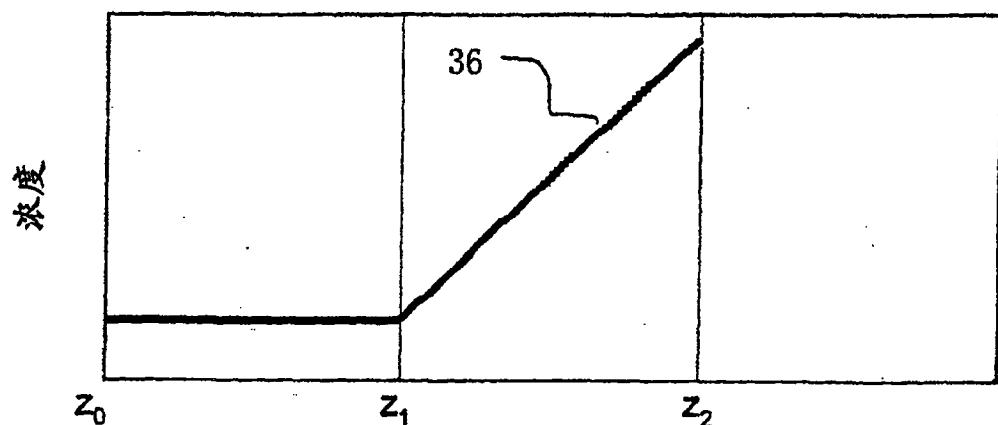


(a)



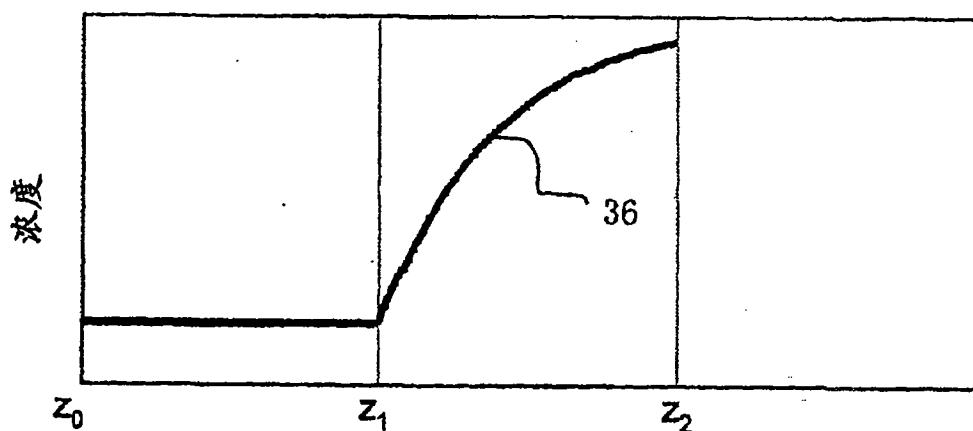
(b)

图 2-1



位置

(a)



位置

(b)

图 2-2

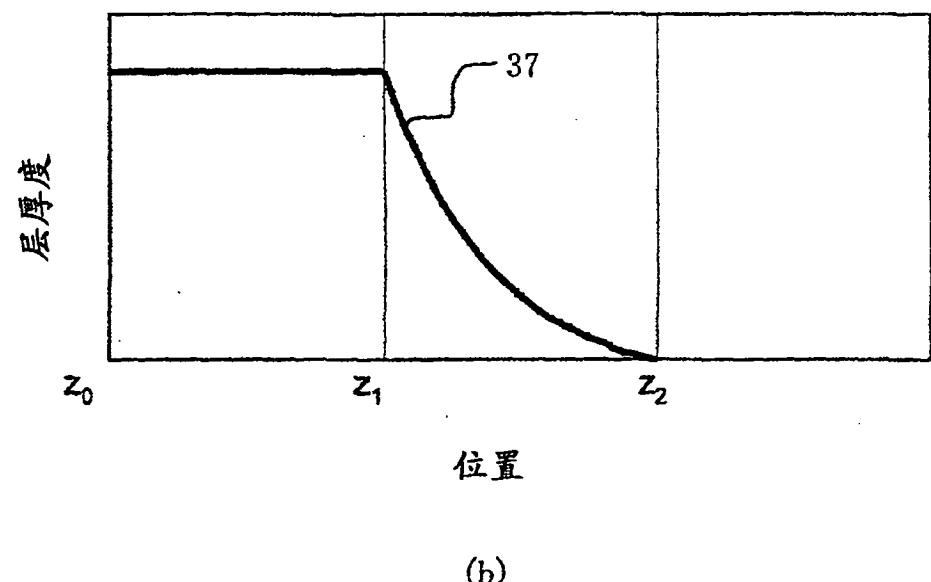
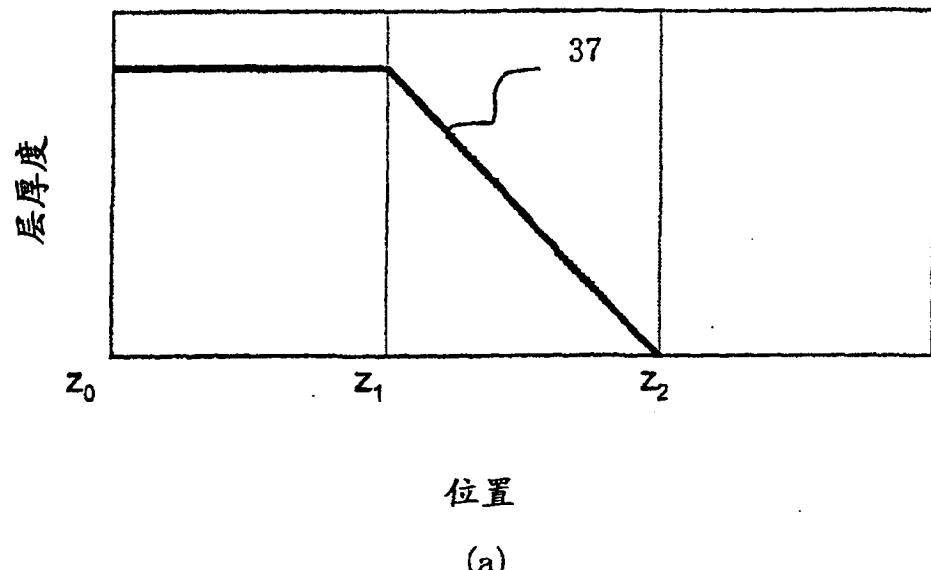


图 2-3

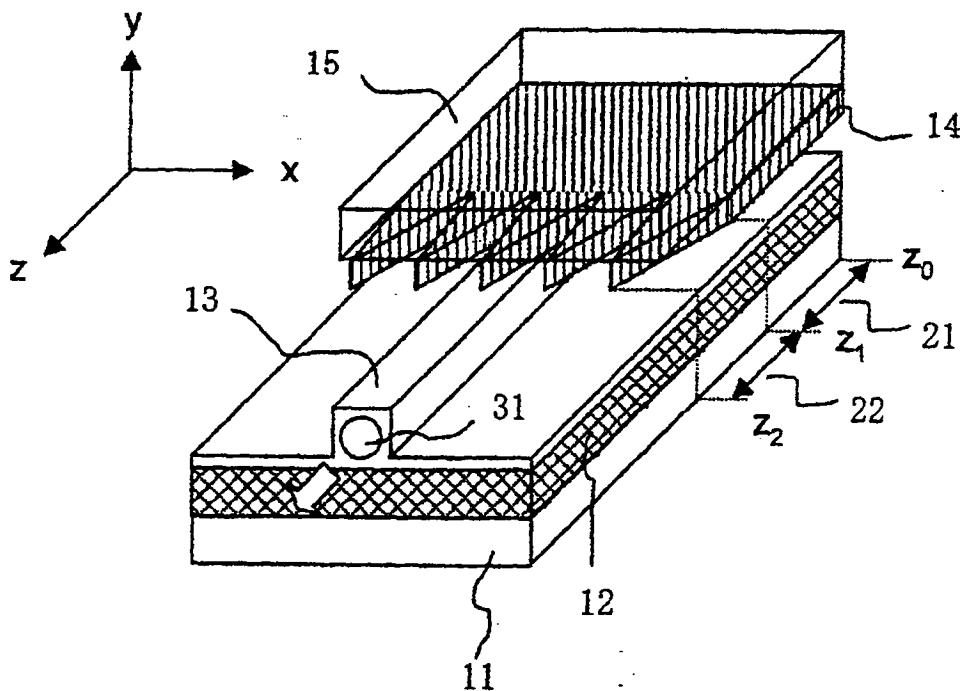
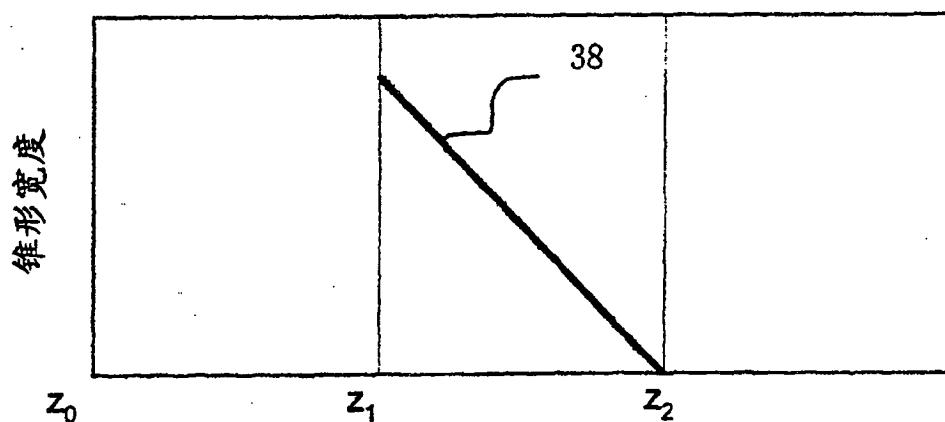
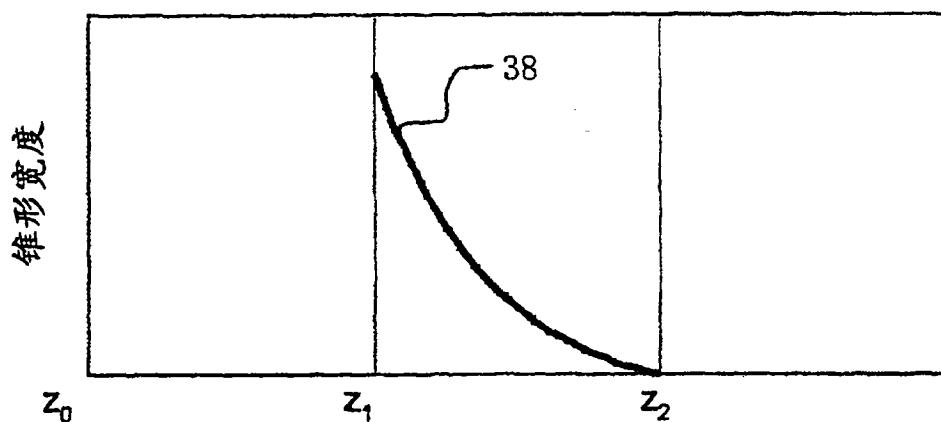


图 3-1



位置

(a)



位置

图 3-2

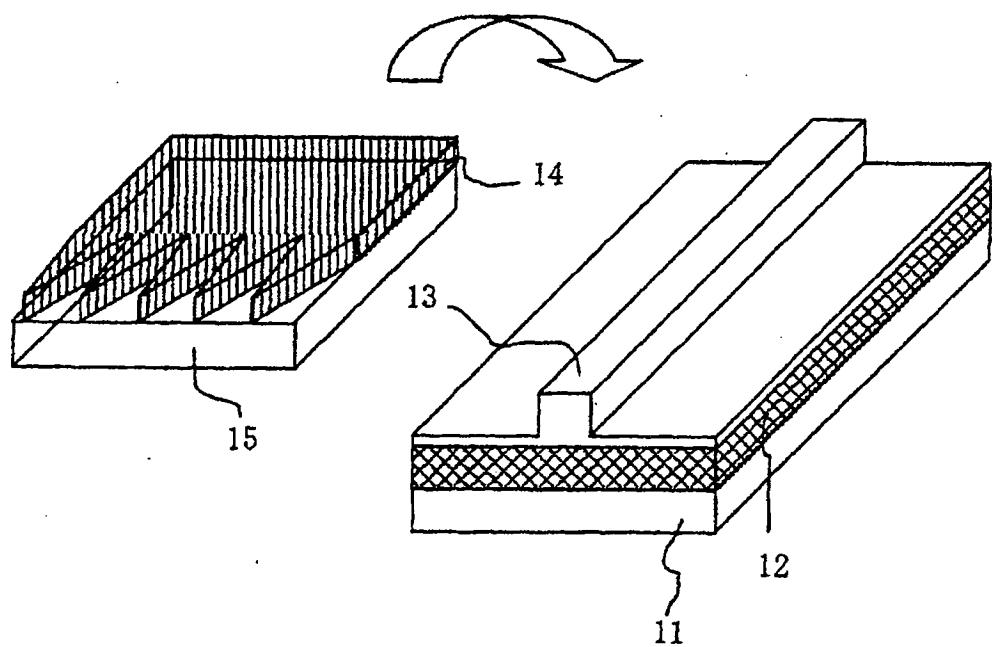
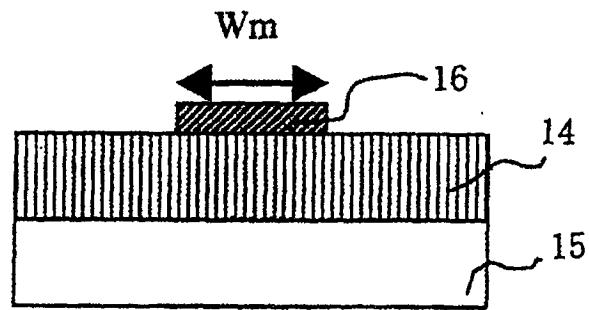
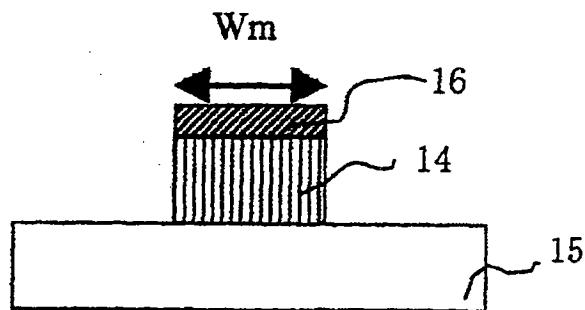


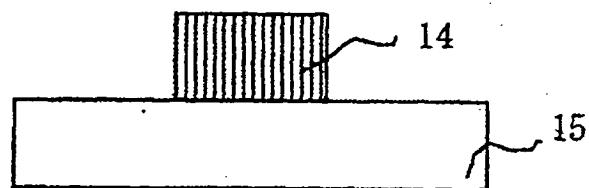
图 4-1



(a)



(b)



(c)

图 4-2

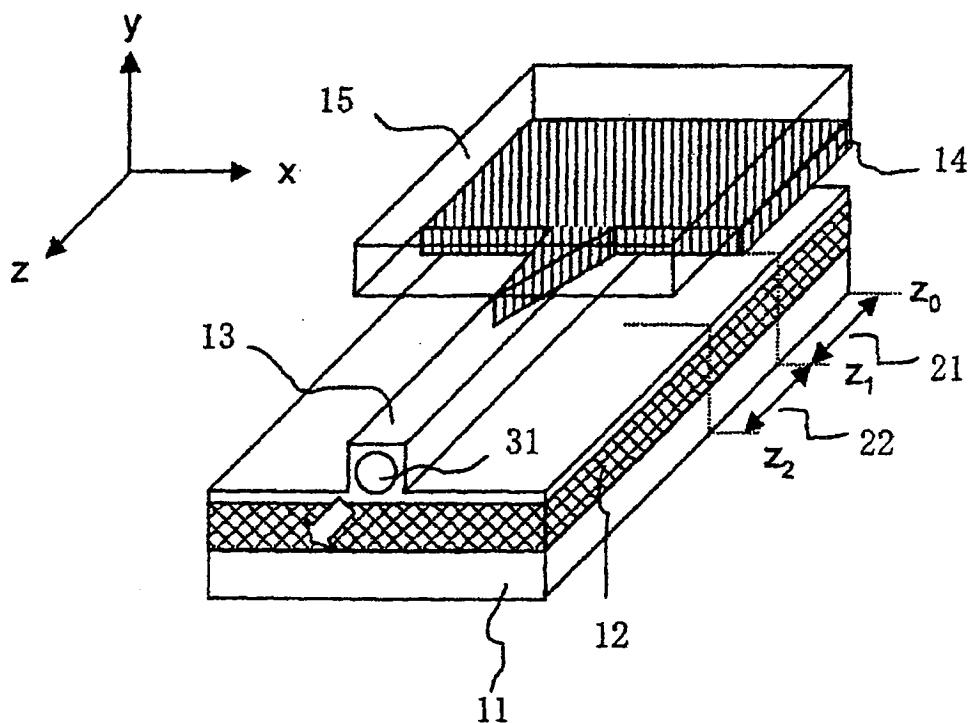


图 5

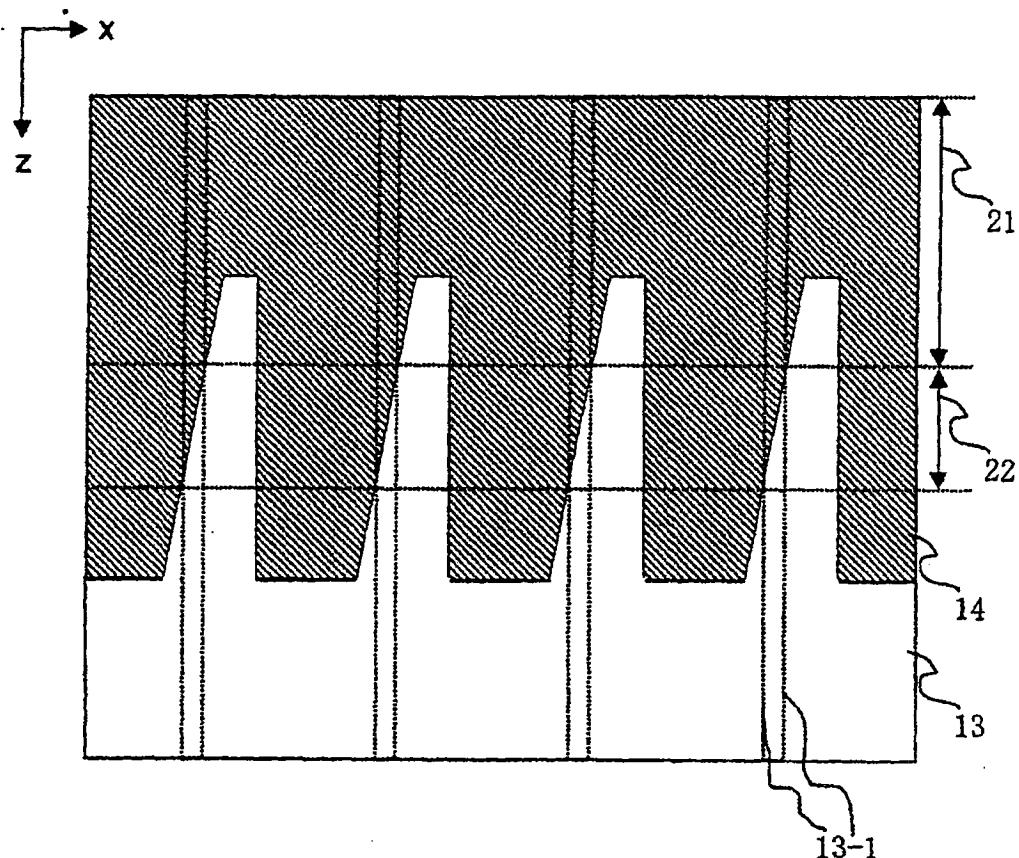


图 6

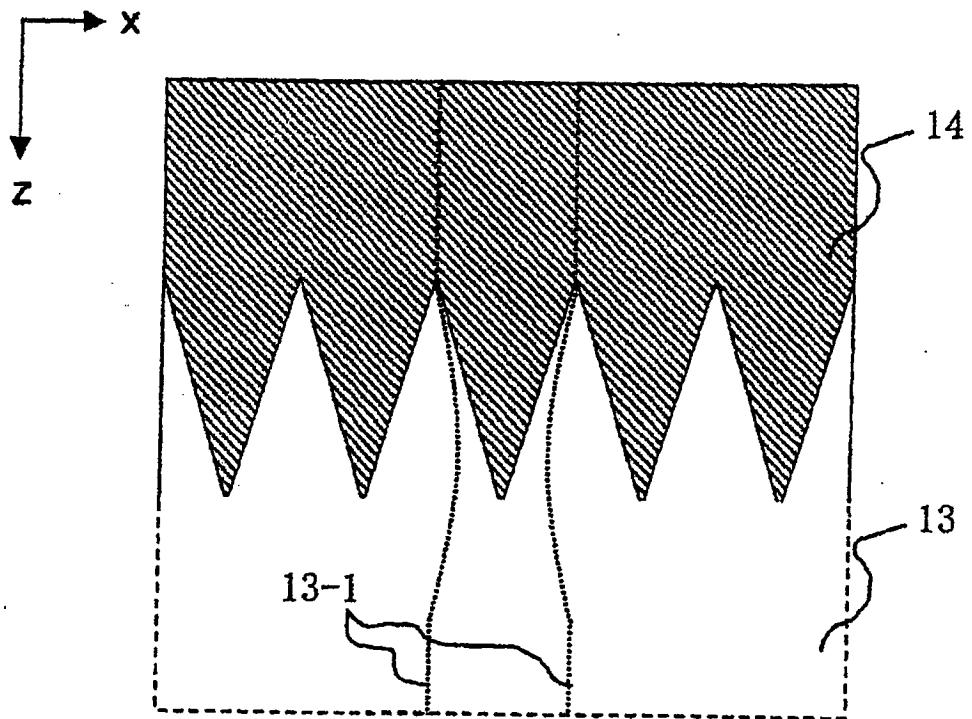


图 7

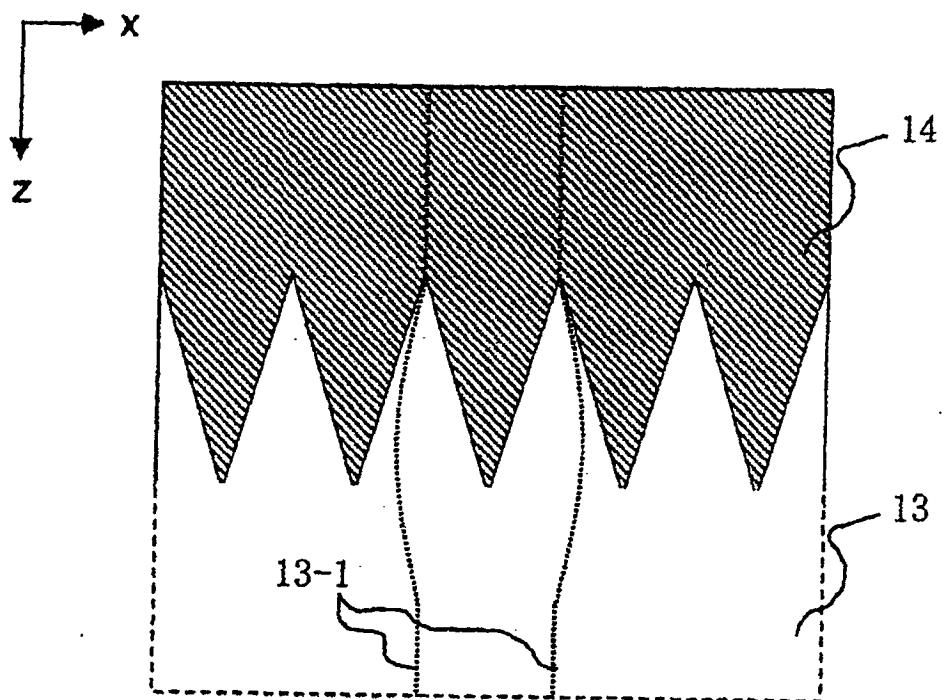


图 8

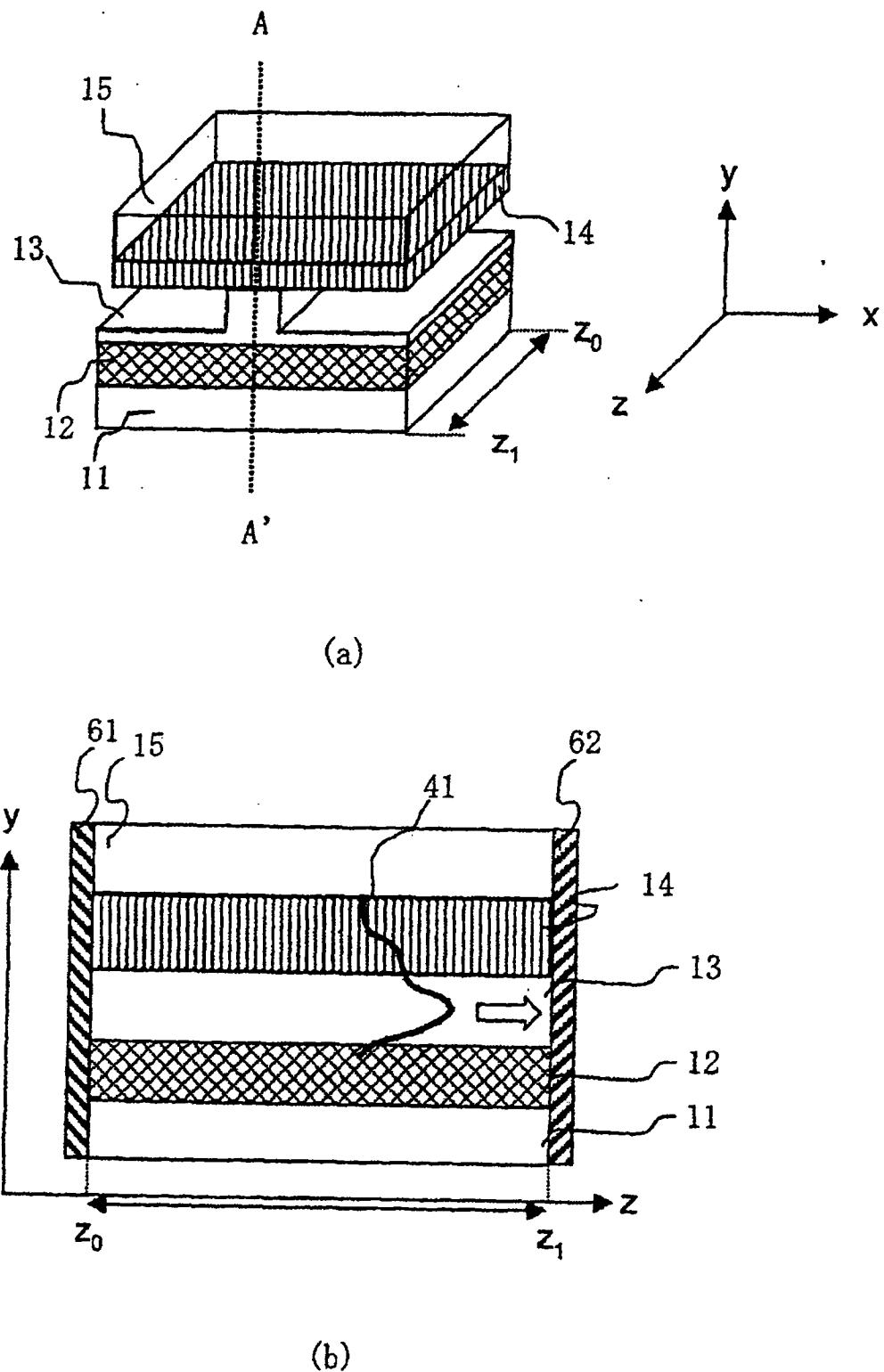


图 9

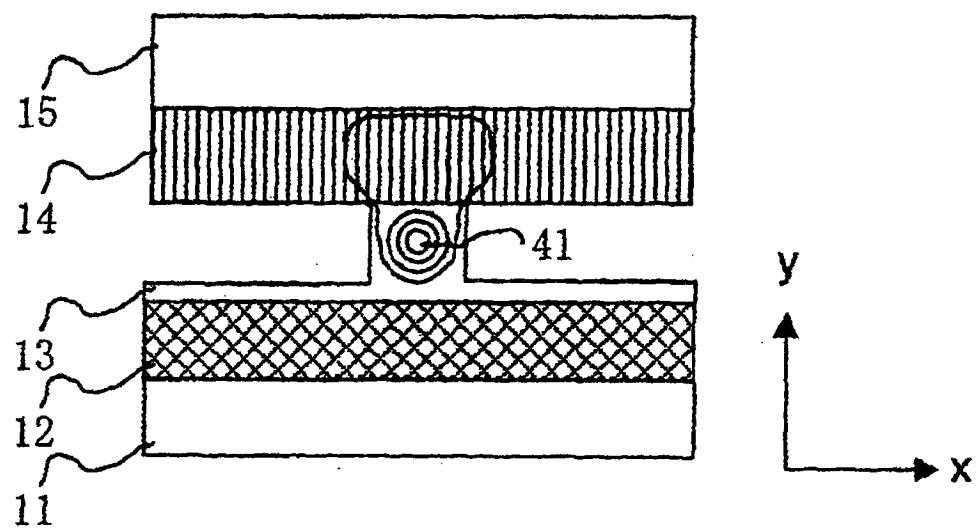


图 10

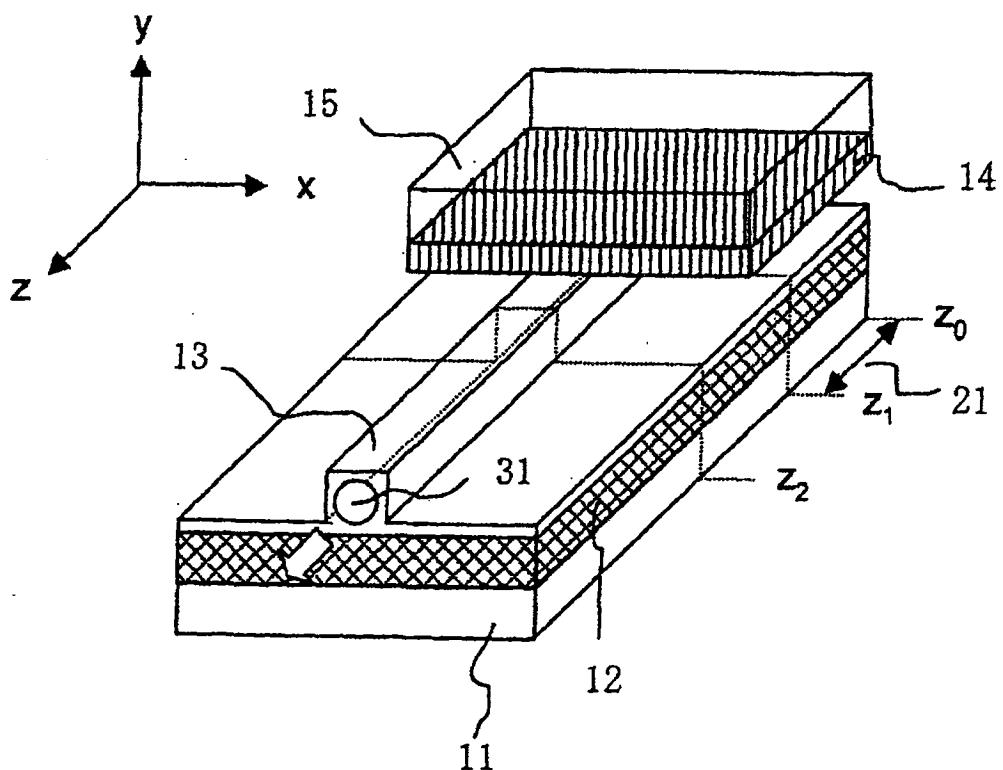


图 11

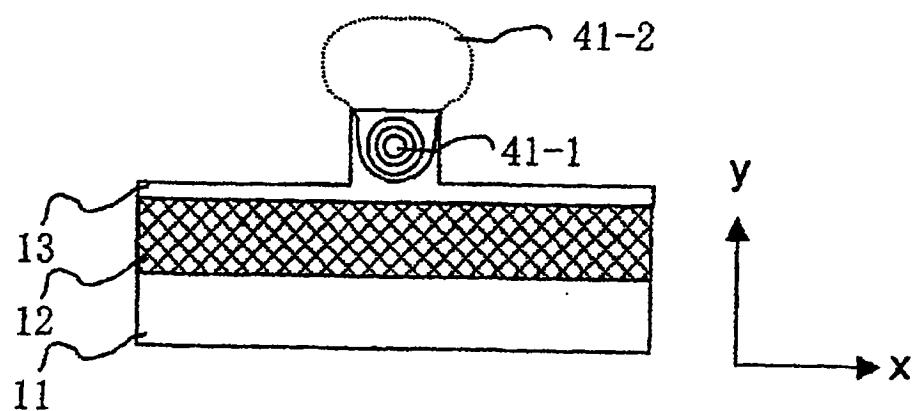


图 12

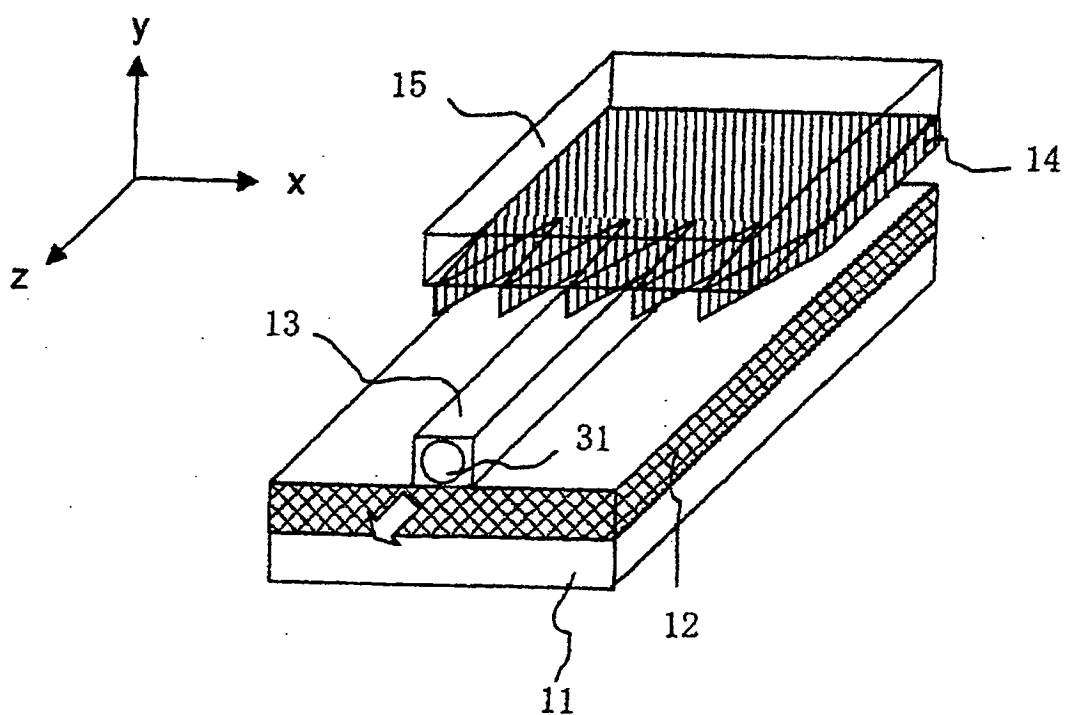


图 13