

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01S 5/30

H01L 33/00



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98105474.9

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1107366C

[22] 申请日 1998.3.11 [21] 申请号 98105474.9

[30] 优先权

[32] 1997. 3. 11 [33] JP [31] 055744/1997

[32] 1997. 12. 12 [33] JP [31] 343400/1997

[71] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 石住隆司 兼岩进治

审查员 杨 哲

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

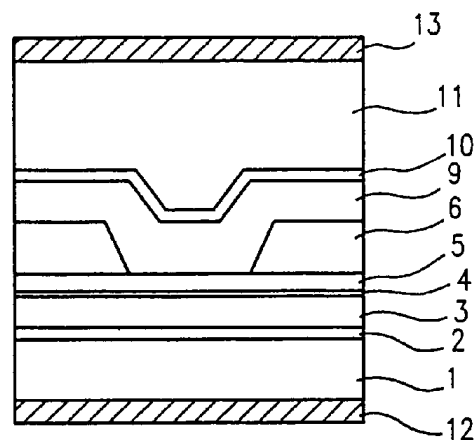
代理人 张政权

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称 制造半导体器件的方法

[57] 摘要

一种半导体激光器件的制造方法，该激光器件至少具有相继在半导体衬底上形成的光发射部分、顶层和电极，光发射部分包括大致位于该器件厚度中间的光发射层。所述方法包括使用气相外延法生长光发射部分和顶层的步骤，其中顶层的生长速率大于光发射部分的生长速率。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种半导体激光器件的制造方法，所述器件至少具有相继在半导体衬底上形成的光发射部分、顶层和电极，光发射部分包括大致位于该器件厚度中间的光发射层，其特征在于所述方法包括以下步骤：

使用气相外延法生长光发射部分和顶层，其中顶层的生长速率大于光发射部分的生长速率。

2. 如权利要求 1 所述的半导体激光器件的制造方法，其特征在于：

顶层包括两层；以及

两层中离光发射部分较远的一层的生长速率大于光发射部分的生长速率。

3. 如权利要求 1 所述的半导体激光器件的制造方法，其特征在于：

在生长顶层时材料气流的流速大于在生长光发射部分时材料气流的流速。

4. 如权利要求 1 所述的半导体激光器件的制造方法，其特征在于：

由 III-V 族化合物来形成半导体激光器件；以及

在生长顶层时所提供的 V 族元素对 III 族元素的克分子比小于在生长光发射部分时所提供的另一 V 族元素对另一 III 族元素的克分子比。

5. 如权利要求 2 所述的半导体激光器件的制造方法，其特征在于：

由 III-V 族化合物来形成半导体激光器件；以及

至少在生长两层中离光发射部分较远的一层时所提供的 V 族元素对 III 族元素的克分子比小于在生长光发射部分时所提供的另一 V 族元素对另一 III 族元素的克分子比。

6. 如权利要求 1 所述的半导体激光器件的制造方法，其特征在于：

顶层的生长温度是 550℃ 到 700℃，从而在与电极接触的那部分顶层中的载流子浓度是 1×10^{19} /立方厘米或更大。

制造半导体器件的方法

本发明涉及一种半导体激光器件的制造方法，该器件用作从光盘进行读取操作的光源。尤其是，本发明涉及一种使用气相外延(VPE)法制造的半导体激光器件，其中增加顶层的厚度以减小因返回的光而引起的跟踪误差。

近几年来，诸如 CD(密致盘片)和 MD(迷你盘片)等光盘已快速地流行起来，因为它们与传统的模拟唱片正相反，可提供没有噪声的高音质而且不会经磨损而损坏。

在模拟唱片中，唱头(唱针尖端)跟踪唱片上的槽。在光盘中，光头与盘片不接触，从而必须检测信号坑的位置以及为了检测信号坑而沿盘片移动光头。

目前，为了这个目的广泛使用三光束(beam)跟踪伺服模式(以下称“三光束模式”)，在这种模式下，来自光源的光被分成主光束和初级衍射光。

但是，三光束模式具有以下的问题。

如图 5 所示，从激光芯片 100 发射的激光束 102 通过衍射光栅 101，被半反射镜 103 反射后，通过物镜 104 并入射到光盘 105 上。标号 106 表示基座(stem)激光芯片 100 装在该基座上。然后，被反射的光通过同一光路返回，在通过半反射镜 103 后被光接收部分所接收(未示出)。然而，一部分反射光通过衍射光栅 101 返回到激光芯片 100 的发射端面。这部分光再次被激光芯片 100 的端面(图 5 中的“A”)反射(如图 5 中的“A”和“A'”处所示)，这对信号检测产生不利影响。

反射的初级衍射光入射到芯片端面上的位置随所使用的光学系统而变化，但它一般在发射区域上下大约 60 微米处。

通常，为了解决这个问题，激光芯片 100 的光发射区(光发射层)这样定位，使得初级衍射光不入射到发射端面上，如图 6A 所示。例如，光发射区大致位于半导体激光芯片 100 的中间。

如图 6B 所示，特定厚度可以是 $L_e \leq 60$ 微米， $L_s \leq 60$ 微米，这里 L_e 表示光发射区上方外延层 101a 的厚度，而 L_s 表示光发射区下面外延层和衬底的厚度。

这里，如果激光芯片的晶片厚度小于大约 70 微米，则在晶片中很容易产生裂缝和碎片，这对制造工艺造成了麻烦。因此，提出了一个附加条件： $L_e + L_s \geq 70$

微米。

于是，光发射区上方外延层的厚度 L_e 为 $10 \text{ 微米} \leq L_e \leq 60 \text{ 微米}$ 。

已使用液相外延(LPE)法在如图 6A 和 6B 所示的常规结构中实现这样的层厚。由于 LPE 法具有相对高的生长速率并能在很短的时间周期内生长很厚的膜，从而与 VPE 法(它具有相对低的生长速率，因而生长较厚的膜需要更长的时间周期)相比提供较高的生产效率，随意使用 LPE 法。

然而，在 LPE 法中，因高的生长温度(高达大约 800°C)使得光发射区附近的掺杂杂质扩散。这种扩散因素降低了产品的性能。

此外，当通过淀积厚度为几微米到二十微米左右的薄膜而获得的量子阱结构暴露于如此高的温度时，导致材料原子的迁移和杂质扩散，从而破坏量子阱结构。于是，膜生长期间如此高的温度阻碍了量子阱结构的高性能半导体激光器件的制备。

依据本发明的一个方面，提供了一种半导体激光器件的制造方法，该激光器件至少具有相继在半导体衬底上形成的光发射部分、顶层(cap layer)和电极，光发射部分包括大致位于该器件厚度中间的光发射层。此方法包括使用气相外延法生长光发射部分和顶层的步骤，其中顶层的生长速率大于光发射部分的生长速率。

在本发明的一个实施例中，顶层包括两层；两层中离光发射部分较远的一层的生长速率大于光发射部分的生长速率。

在本发明的另一个实施例中，在生长顶层时材料气流的流速大于在生长光发射部分时材料气流的流速。

在本发明的再一个实施例中，由 III-V 族化合物来形成半导体激光器件；在生长顶层时所提供的 V 族元素对 III 族元素的克分子比小于在生长光发射部分时所提供的另一 V 族元素对另一 III 族元素的克分子比。

在本发明的又一个实施例中，由 III-V 族化合物来形成半导体激光器件；至少在生长两层中离光发射部分较远的一层时所提供的 V 族元素对 III 族元素的克分子比小于在生长光发射部分时所提供的另一 V 族元素对另一 III 族元素的克分子比。

在本发明的还有一个实施例中，顶层的生长温度是大约 550°C 到大约 700°C ，从而在与电极接触的那部分顶层中的载流子浓度是大约 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 或更大。

以下，将描述本发明的效果。

依据本发明, 把顶层(其结晶质量不是很重要)的气相外延速率设定为高于(即, 更快)光发射部分的生长速率(例如, 如以下例 2 中的大约 6 倍)。于是, 可减少制造器件所需的时间总量。

在形成具有两层的顶层时, 只需要把离光发射部分较远的至少一层的生长速率设定为大于光发射部分的生长速率。也可增大较靠近光发射部分的另一层的生长速率, 或者它可与光发射部分的生长速率大致相同。尤其是, 在靠近光发射部分的顶层的生长速率与光发射部分的生长速率大致相同时, 可抑制光发射部分对结晶度的影响(例如, 靠近光发射部分的顶层中的缺陷)。

尤其是, 可通过增大气相外延工艺期间材料气流的流速来增大生长速率。

此外, 由于生长速率一般正比于所提供的 III 族元素的量, 所以可通过减小气相外延工艺期间所提供的 V 族元素对 III 族元素的克分子比来增大生长速率。例如, 通过增加所提供的 III 族元素的量而把所提供的 V 族元素的量设定为常规的值, 可提高生长速率以及减少为形成半导体层而提供的材料的消耗量。在形成具有两层的顶层时, 只需要把在形成二层中离光发射部分较远的至少一层时所提供的 V 族元素对 III 族元素的克分子比设定为小于在形成光发射部分时的克分子比。

此外, 通过把顶层的生长温度设定为大约 550 °C 到大约 700 °C, 该温度比 LPE 法(它高达大约 800 °C)中的生长温度低大约 100 °C 到大约 250 °C, 可抑制光发射区附近的杂质扩散, 可以把顶层中的载流子浓度设定得很高, 即大约 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 或更高, 以及可以改善电极与顶层之间的接触。

于是, 这里所述的本发明的优点在于提供了一种有效地制造半导体激光器件的方法, 该器件具有从盘片返回的初级衍射光不再入射到器件上的结构, 从而不会对半导体激光器件的性能产生不利影响。

在参考附图阅读和理解了以下详细描述后, 本发明的这个优点和其它优点将对本领域内的那些技术人员变得明显起来。

图 1A 到 1D 是示出依据本发明的例 1 来制造半导体激光器件的步骤的剖面图。

图 2 是示出材料气体流速和生长速率之间关系的图。

图 3 是示出与载流子浓度与生长温度的关系图。

图 4A 到 4F 所示出依据本发明的例 2 来制造半导体激光器件的步骤的剖面

图。

图 5 是示出使用常规的半导体激光器件的光学拾音方法的示意图。

图 6A 是示出使用另一个常规的半导体激光器件(它克服了与图 5 的器件有关的问题)另一种光学拾音方法的示意图。

图 6B 是示出图 6A 中半导体激光器件一部分的放大图。

(例 1)

以下, 将参考图 1A 到 1D 来描述本发明的例 1。例 1 的特点是利用 VPE 法而不需要长的生长时间(迄今为止它是 VPE 法的一个缺点)。

首先, 把 N-GaAs 衬底 1 置于有机金属气相外延(MOVPE)设备(未示出)的反应室中的基座上。然后, 如图 1A 所示, 利用 MOVPE 法, 在 N-GaAs 衬底 1 上依次形成 N-GaAs 缓冲层(buffer layer)2(厚度: 大约 0.5 微米)、N-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 包层 3(厚度: 大约 1.0 微米)、Al_{0.14}Ga_{0.86}As 有源层 4(厚度大约 0.08 微米)、P-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 包层 5(厚度: 大约 0.35 微米)以及 N-GaAs 电流阻挡层 6(厚度: 大约 0.6 微米)。

在形成 N-GaAs 缓冲层 2 时, 以三甲基镓(TMGe)大约 340 μ mol/min、砷烷(AsH₃)大约 20000 μ mol/min 以及乙硅烷(Si₂H₆)大约 9×10^{-4} μ mol/min 的流速提供三甲基镓、砷烷和乙硅烷。在形成 N-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 包层 3 时, 以三甲基铝(TMA)大约 170 μ mol/min、TMGe 大约 170 μ mol/min、砷烷大约 20000 μ mol/min 以及乙硅烷大约 6×10^{-4} μ mol/min 的流速提供三甲基铝、TMGe、砷烷和乙硅烷。在形成 Al_{0.14}Ga_{0.86}As 有源层 4 时, 以 TMA 大约 47.6 μ mol/min、TMGe 大约 292.4 μ mol/min、以及砷烷大约 20000 μ mol/min 的流速提供 TMA、TMGe 和砷烷。在形成 P-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 包层 5 时, 以 TMA 大约 170 μ mol/min、TMGe 大约 170 μ mol/min、砷烷大约 20000 μ mol/min 以及二乙基锌(DEZ)大约 45 μ mol/min 的流速提供 TMA、TMGe、砷烷和 DEZ。在形成 N-GaAs 电流阻挡层 6 时, 以 TMGe 大约 340 μ mol/min、砷烷大约 20000 μ mol/min 以及乙硅烷大约 1.5×10^{-4} μ mol/min 的流速提供 TMGe、砷烷和乙硅烷。

生长这些层的条件包括生长温度为大约 700 °C, 生长速率为大约 0.05 μ m/min 以及 V 族元素对 III 族元素的克分子比为大约 60。

然后, 从 MOVPE 设备中取出此多层结构, 把光致抗蚀剂 7 涂到该多层结构的表面, 接着进行光刻工艺(如图 1B)。

接着, 使用对 AlGaAs 比 GaAs 慢得多的蚀刻速率的蚀刻剂(诸如比值为 $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:30:50$ 的溶液)对 N-GaAs 电流阻挡层 6 进行选择性的蚀刻。使用此蚀刻剂的示例蚀刻条件包括温度为大约 20°C , 蚀刻时间为大约 30 秒。此蚀刻工艺形成了如图 1C 所示的槽 8, 它把 N-GaAs 电流阻挡层 6 分成两部分并达到 P- $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 包层 5 的上表面。

其后, 用公知的方法除去抗蚀剂, 例如使用丙酮→甲醇→水。

接着, 把以上的多层结构放在 MOVPE 设备的反应室中。然后, 如图 1D 所示, 使用 MOVPE 法在图 1C 的多层结构上依次形成 P- $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 包层 9(厚度: 大约 1.0 微米, 生长温度: 大约 650°C , 生长速率: 大约 $0.05\mu\text{m}/\text{min}$, V 族元素对 III 族元素的克分子比: 大约 60)、第一 P-GaAs 顶层 10(厚度: 大约 2 微米, 生长温度: 大约 650°C , 生长速率: 大约 $0.05\mu\text{m}/\text{min}$, V 族元素对 III 族元素的克分子比: 大约 60)、第二 P-GaAs 顶层 11(厚度: 大约 50 微米, 生长温度: 大约 600°C , 生长速率: 大约 $0.3\mu\text{m}/\text{min}$, V 族元素对 III 族元素的克分子比: 大约 10)。

在形成 P- $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 包层 9 时, 以 TMA 大约 $170\mu\text{mol}/\text{min}$ 、TMG 大约 $170\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及 DEZ 大约 $180\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMA、TMG、砷烷和 DEZ。在形成第一 P-GaAs 顶层 10 时, 以 TMG 大约 $340\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及 DEZ 大约 $180\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和 DEZ。在形成第二 P-GaAs 顶层 11 时, 以 TMG 大约 $2040\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及 DEZ 大约 $45\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和 DEZ。

在形成第二 P-GaAs 顶层 11 期间, III 族有机金属材料的流速很高, 从而实现高的膜生长速率。TMG 流速和第二顶层的膜生长速率之间的关系如图 2 所示。在例 1 中, 通过使 TMG 以大约 $300\text{ml}/\text{min}$ 的流速流动来实现上述大约 $0.3\mu\text{m}/\text{min}$ 的生长速率。

膜的生长速率越低, 则作为 GaAs P 型掺杂剂的 Zn 更容易扩散到 GaAs 晶格中。在第二 P-GaAs 顶层 11 的上述生长条件下, GaAs 中的 P 型掺杂浓度为大约 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。生长温度和 GaAs 中 P 型载流子浓度之间的关系如图 3 所示。

然后, 从 MOVPE 设备中取出此多层结构, 并对 N-GaAs 衬底 1 进行抛光, 从而使器件总厚度达到大约 100 微米。其后, 在 N-GaAs 衬底 1 和第二 P-GaAs

顶层 11 上分别形成电极 12 和 13。在形成电极后，把器件按预定的腔体长度切开，在切割面上形成具有预定反射率的绝缘膜(未示出)，其后把器件分成预定尺寸的芯片。然后，把芯片粘到激光器基座上，把 Au 导电丝焊接到芯片的上表面。

在通过上述步骤制造的芯片中，光发射区上方外延层(即，有源层 4 和 P 型包层 5)的厚度是大约 50 微米，光发射区下面衬底和外延层的厚度大约也是 50 微米。

因此，即使用于跟踪伺服的初级衍射光被反射并返回到盘片时，此光也不会入射到芯片发射端面(切割面)，于是避免了跟踪误差。

如上所述，在依据本发明的例 1 利用 VPE 法制造半导体激光器件的方法中，把顶层 11 的生长速率(该层的结晶质量即使在恶化时也不会直接影响激光振荡特性)设定为大于常规 VPE 法中的生长速率。于是，可减少制造器件所需的时间总量，从而提高生产率。

通常，在激光器件中，在包括有源层或包层的光发射区的结晶质量是重要的。在例 1 中，增大了与电极金属 13 接触的顶层 11 的生长速率。因此，只需要顶层 11 和电极 13 之间具有足够低的电阻，从而顶层 11 中的结晶质量不是很重要。

为了使顶层 11 和电极 13 之间具有低的电阻，需要把顶层 11 中的载流子浓度保持在高的值(大约 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 或更高)。在 VPE 法中，随着生长温度的降低，P 型载流子的浓度增加。

因此，依据本发明，在低温下(大约 550 °C 到大约 700 °C，它比 LPE 法中的生长温度低大约 100 °C 到 250 °C：在例 1 中，大约 600 °C 到 650 °C)生长顶层 10 和 11。如上所述，顶层中可具有高的 P 型载流子浓度，从而实现优良的接触。于是，获得高性能的半导体激光器件。

也可降低第一顶层 10 以及第二顶层 11 的生长温度和/或 V 族元素对 III 族元素的克分子比。

(例 2)

以下，将参考图 4A 到 4F 来描述本发明的例 2 的半导体激光器件的制造方法。例 2 也使用 VPE 法而不需要长的生长时间(迄今为止它是 VPE 法的一个缺点)。

首先，把 N-GaAs 衬底 20 置于 MOVPE 设备(未示出)的反应室中的基座上。

然后, 如图 4A 所示, 利用 MOVPE 法, 在 N-GaAs 衬底 20 上依次形成 N-Al_yGa_{1-y}As 包层 21 ($0.3 \leq y \leq 0.6$, 厚度: 大约 1.0 微米)、Al_xGa_{1-x}As 有源层 22 ($0 \leq x \leq 0.2$, 厚度大约 0.08 微米, $y > x$)、P-Al_yGa_{1-y}As 包层 23 (厚度: 大约 1 微米) 以及 P-GaAs 保护层 24 (厚度: 大约 0.6 微米)。

在形成 N-Al_yGa_{1-y}As 包层 21 时, 以 TMA 大约 $340 \times y \mu\text{mol/min}$ 、TMG 大约 $340 \times (1-y) \mu\text{mol/min}$ 、砷烷大约 $20000 \mu\text{mol/min}$ 以及乙硅烷大约 $6 \times 10^{-4} \mu\text{mol/min}$ 的流速提供 TMA、TMG、砷烷和乙硅烷。在形成 Al_xGa_{1-x}As 有源层 22 时, 以 TMA 大约 $340 \times x \mu\text{mol/min}$ 、TMG 大约 $340 \times (1-x) \mu\text{mol/min}$ 、以及砷烷大约 $20000 \mu\text{mol/min}$ 的流速提供 TMA、TMG 和砷烷。在形成 P-Al_yGa_{1-y}As 包层 23 时, 以 TMA 大约 $340 \times y \mu\text{mol/min}$ 、TMG 大约 $340 \times (1-y) \mu\text{mol/min}$ 、砷烷大约 $20000 \mu\text{mol/min}$ 以及 DEZ 大约 $45 \mu\text{mol/min}$ 的流速提供 TMA、TMG、砷烷和 DEZ。在形成 P-GaAs 保护层 24 时, 以 TMG 大约 $340 \mu\text{mol/min}$ 、砷烷大约 $20000 \mu\text{mol/min}$ 以及 DEZ 大约 $90 \mu\text{mol/min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和 DEZ。

生长这些层的条件包括生长温度为大约 700°C , 生长速率为大约 $0.05 \mu\text{m/min}$ 以及 V 族元素对 III 族元素的克分子比为大约 60。

然后, 从 MOVPE 设备中取出此多层结构, 把光致抗蚀剂涂到该多层结构的表面, 其后, 进行光刻工艺, 从而形成如图 4B 所示的条状蚀刻掩模 25。然后, 进行蚀刻, 直到图 4B 中的虚线 A。通常此蚀刻工艺使用硫酸和过氧化氢混合物的湿法蚀刻工艺。

然后, 用氢氟酸溶液进行另一蚀刻工艺, 直到如图 4C 所示的虚线 B。P-GaAs 保护层 24 不被氢氟酸溶液所腐蚀, 而如图 4C 和 4D 所示, 层 24 边缘以下的两个侧面同时被刻蚀, 于是在边缘的底部留下厚度“d”为大约 0.2 微米以及宽度“w”为大约 2 微米的 P-Al_yGa_{1-y}As 包层 23。

接着, 把此多层结构置于 MOVPE 设备中, 利用 MOVPE 法如图 4E 所示淀积 N-GaAs 或 N-Al_zGa_{1-z}As 电流阻挡层 26 ($0 \leq z \leq 0.8$, 厚度: 大约 $0.8 \mu\text{m}$) 以及 N-GaAs 整平(flattening)层 27 (厚度: 大约 $0.6 \mu\text{m}$)。利用气相外延中的选择性生长可防止蚀刻掩模 25 上的生长。

在形成 N-GaAs 电流阻挡层 26 时, 以 TMG 大约 $340 \mu\text{mol/min}$ 、砷烷大约 $20000 \mu\text{mol/min}$ 以及乙硅烷大约 $1.5 \times 10^{-3} \mu\text{mol/min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和乙硅烷。在形成 N-Al_zGa_{1-z}As 电流阻挡层 26 时, 以 TMA 大约 $340 \times z \mu\text{mol/min}$ 、

TMG 大约 $340 \times (1-z)\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及乙硅烷大约 $1.5 \times 10^{-3}\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMA、TMG、砷烷和乙硅烷。在形成 N-GaAs 整平层 27 时,以 TMG 大约 $340\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及乙硅烷大约 $1.5 \times 10^{-3}\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和甲硅烷。

生长条件仍然是生长温度是大约 700°C 、生长速率是大约 $0.05\mu\text{m}/\text{min}$ 、V 族元素对 III 族元素的克分子比是大约 60。

当由 N-GaAs 或 $\text{N-Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}(z < x)$ 来形成电流阻挡层 26 时,该器件是基于电流阻挡层 26 的光吸收的损耗波导(loss guide)结构。如果 $z > y$, 则该器件将成为实数折射率的波导结构。

然后,在除去蚀刻掩模 25 后,利用 MOVPE 法如图 4F 所示淀积第一 P-GaAs 顶层 28(厚度:大约 $0.5\mu\text{m}$,生长温度:大约 650°C ,生长速率:大约 $0.05\mu\text{m}/\text{min}$, V 族元素对 III 族元素的克分子比:大约 60)和第二 P-GaAs 顶层 29(厚度:大约 $45\mu\text{m}$,生长温度:大约 600°C ,生长速率:大约 $0.3\mu\text{m}/\text{min}$, V 族元素对 III 族元素的克分子比:大约 10)。

在形成第一 P-GaAs 顶层 28 时,以 TMG 大约 $340\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及 DEZ 大约 $180\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和 DEZ。在形成第二 P-GaAs 顶层 29 时,以 TMG 大约 $2040\mu\text{mol}/\text{min}$ 、砷烷大约 $20000\mu\text{mol}/\text{min}$ 以及 DEZ 大约 $45\mu\text{mol}/\text{min}$ 的流速提供 TMG、砷烷和 DEZ。

在形成第二 P-GaAs 顶层 29 期间,把所提供的 V 族元素的量设定为与形成其它层时 V 族元素的量大致相同,而把所提供的 III 族元素的量设定为是形成其它层时的 III 族元素量的大约六倍。由于生长速率一般正比于所提供的 III 族元素的量,所以第二 P-GaAs 顶层 29 的生长速率是形成其它层时的生长速率的大约六倍。

把生长温度降低到大约 600°C 提供了增加 Zn 作为 P 型掺杂扩散入晶格中的速率的效果。在例 2 中,第二 P-GaAs 顶层 29 的载流子浓度是大约 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。

然后,从 MOVPE 设备中取出此多层结构,从 N-GaAs 衬底 20 一侧对该结构进行蚀刻或抛光,从而使整个晶片的厚度为大约 $100\mu\text{m}$ 。其后,在 N-GaAs 衬底 20 和第二 P-GaAs 顶层 29 的表面上分别形成电极 30 和 31。于是,完成如图 4F 所示的半导体激光器件。

在通过上述步骤来制造半导体激光器件时,光发射区上方外延层的厚度是大

约 $50\mu\text{m}$ ，光发射区下面衬底和外延层的厚度大约也是 $50\mu\text{m}$ 。

因此，即使在用于跟踪伺服的初级衍射光被发射并返回到盘片时，该光也不会入射到芯片发射端面(切割面)，于是避免了跟踪误差。

如上所述，在依据本发明例 2 利用 VPE 法来制造半导体激光器件的方法中，形成第二 P-GaAs 顶层 29(最大厚度为 $45\mu\text{m}$)的生长速率增大到常规 VPE 方法中生长速率的大约六倍。于是，可减少制造一个器件所需的时间总量。

此外，由于把所提供的 V 族元素的量设定为与常规 VPE 法中的 V 族元素的量大致相同，所以可减少为形成半导体层而提供的材料的消耗量。

通常，生长温度越高和/或 V 族元素对 III 族元素的克分子比越大，则结晶质量越好。因此，在例 2 中，在可实现高结晶质量的条件下生长光发射区中的层(即，有源层和包层)，这些条件包括生长温度是大约 700°C 以及 V 族元素对 III 族元素的克分子比是大约 60。于是，所获得的半导体激光器的性能不比常规的半导体激光器件差。

另一方面，第二 P-GaAs 顶层 29 的生长条件包括生长温度是大约 600°C 以及 V 族元素对 III 族元素的克分子比是大约 10，从而导致结晶质量稍稍降低。但是，第二 P-GaAs 顶层 29 的功能是得到较大的厚度并实现欧姆接触，因此层 29 不必是高质量的晶体。此外，在 VPE 方法中，当生长温度降低，P 型载流子浓度增加。因此，低到大约 600°C 的生长温度提供了减少第二顶层 29 和 P 型电极 31 之间电阻的效果。在例 2 中，半导体激光器件的串联电阻低到大约 3 欧姆到大约 5 欧姆(与 LPE 法所制造的半导体激光器件中的串联电阻具有相同的水平)。

就生长第二顶层 29 的条件而言，在生长温度降低到大约 550°C 和/或 V 族元素对 III 族元素的克分子比减小到大约 5 时，对半导体激光器件的性能没有不利影响。在形成第一 P-GaAs 顶层 28 时，把 V 族元素对 III 族元素的克分子比减小到与形成第二包层 29 时的克分子比大致相同也是合适的。

在以上的例 1 和 2 中已描述了制造 AlGaAs 型半导体激光器件的方法。然而，本发明也可适用于使用不同材料的情况。在把量子阱结构用于有源层的器件中，经受 LPE 法中的高温将破坏量子阱结构。在此情况下，在低温下生长顶层，如同本发明一样，是非常有利的。

虽然在上述例子中把 MOVPE 法用作 VPE 法，但也可使用其它 VPE 法，诸如氢化物气相外延或氯化物气相外延。

如上所述，可以制造高质量的半导体激光器件，在这种器件中即使在用于跟踪伺服的初级衍射光被反射并返回到盘片时，此光也不会入射到芯片的发射端面，从而避免了跟踪误差。此外，与常规的方法相比，本制造方法需要较少的时间而且是有效率的，从而提高该制造工艺的生产率。

各种其它的修改将对本领域内的那些技术人员是很明显的，他们容易进行这些修改而不背离本发明的范围和精神。相应地，这里所附的权利要求书的范围将不限于这里所提出的描述，而应对权利要求书作最宽的解释。

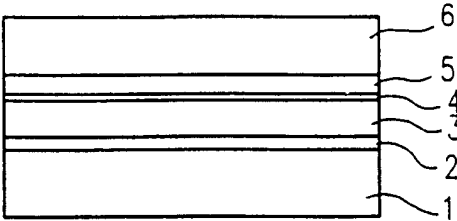


图 1A

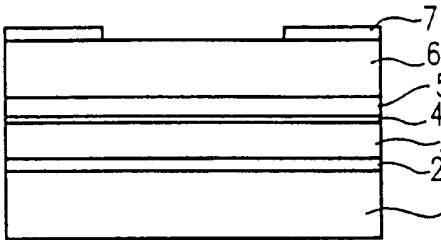


图 1B

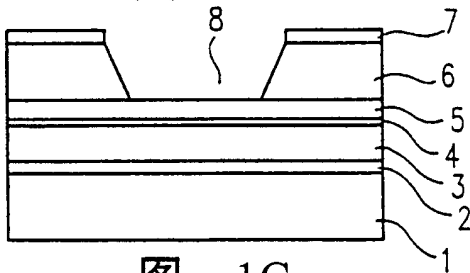


图 1C

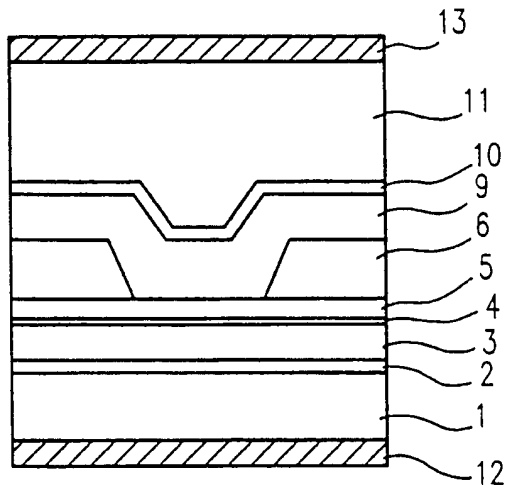


图 1D

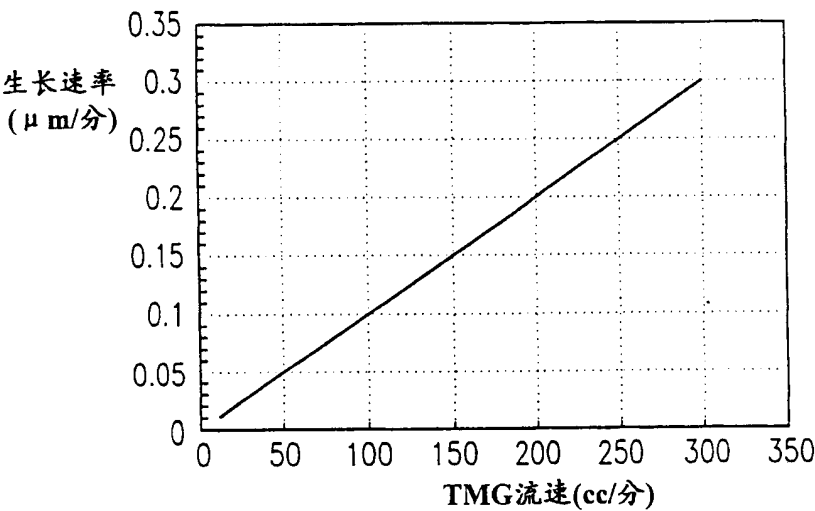


图 2

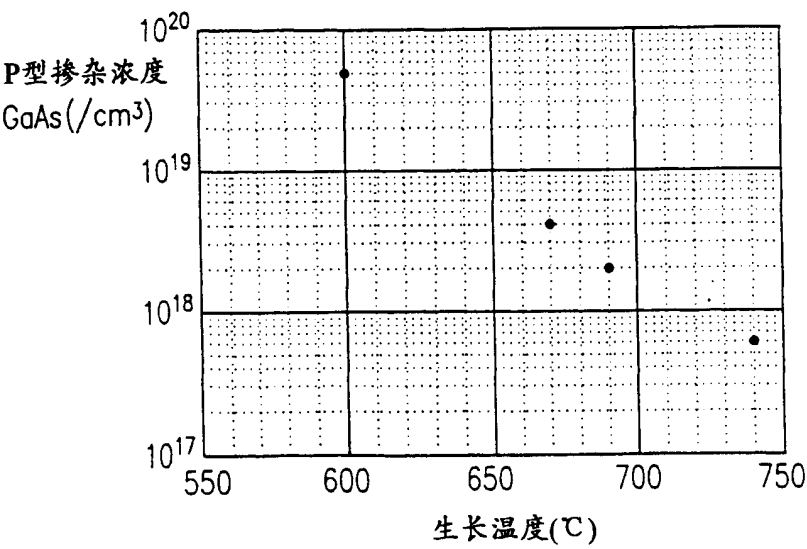


图 3

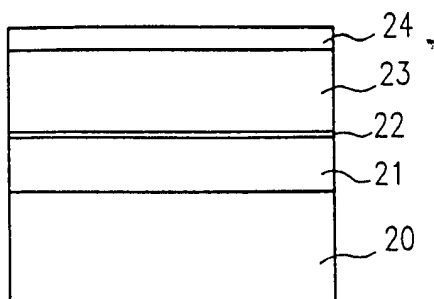


图 4A

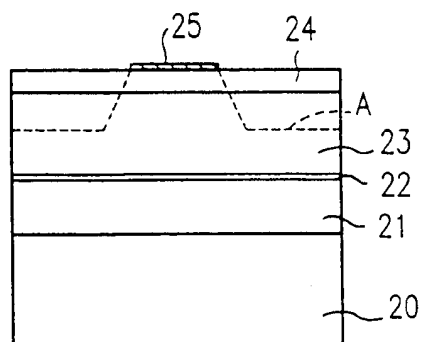


图 4B

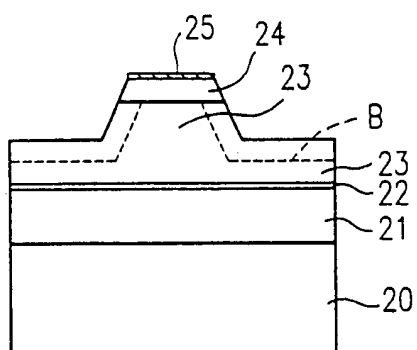


图 4C

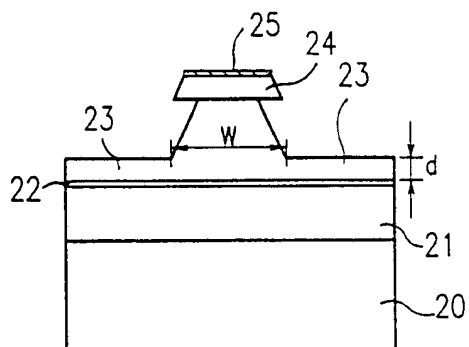


图 4D

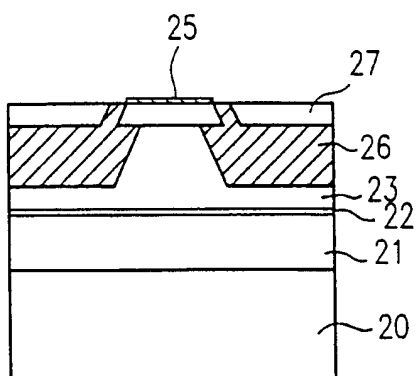


图 4E

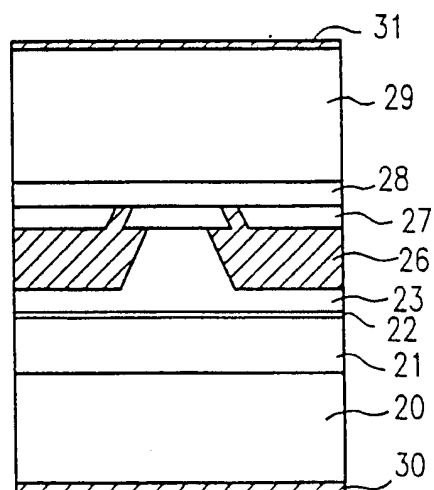


图 4F

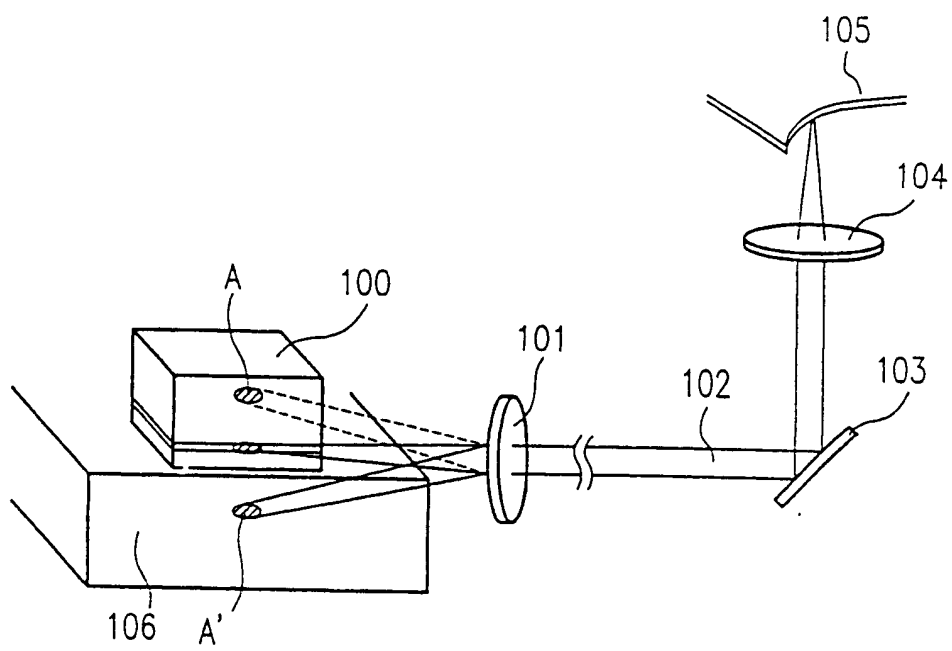


图 5

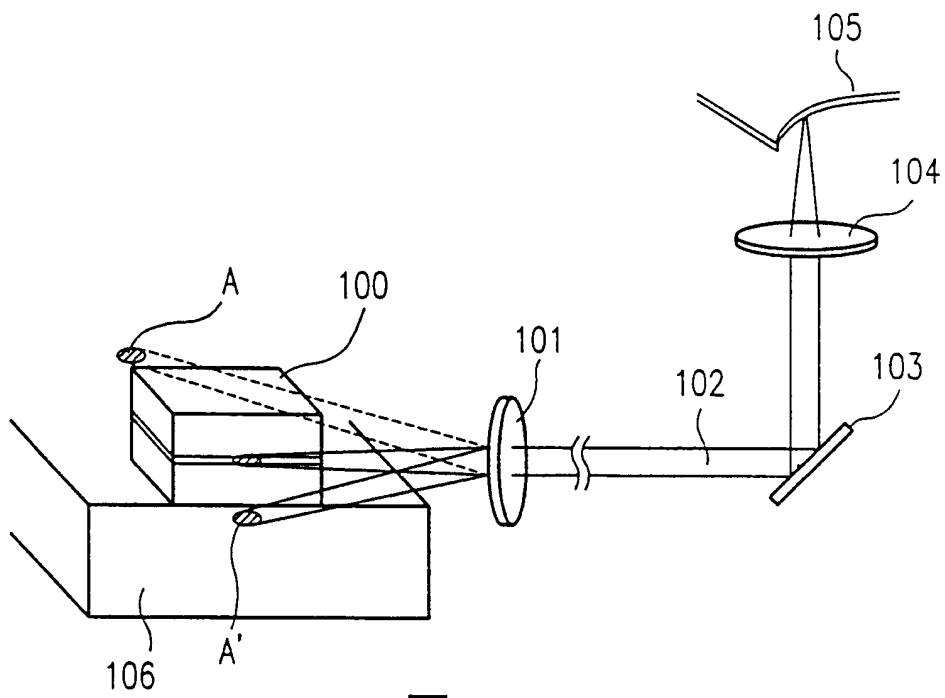


图 6A

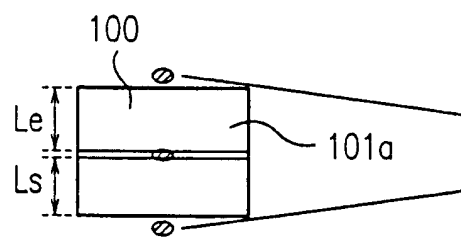


图 6B