

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01S 5/183 (2006.01)
H01S 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910066780.9

[43] 公开日 2009 年 9 月 2 日

[11] 公开号 CN 101521353A

[22] 申请日 2009.4.8

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 赵炳仁

[21] 申请号 200910066780.9

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 王伟 宁永强 秦莉 刘云
王立军

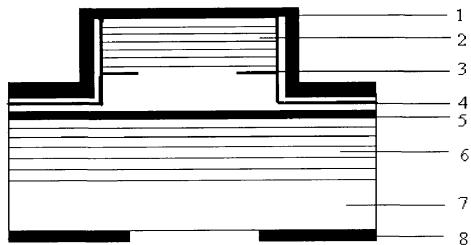
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

通过出射光窗口电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器

[57] 摘要

本发明涉及到一种垂直腔面发射激光器，特别是一种通过出射光窗口电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器，包括 p 型 DBR 层、有源层、n 型 DBR 层、GaAs 衬底、包覆在 p 型 DBR 层上的 p 面电极和敷设在 GaAs 衬底底部的 n 面电极的层次结构，其特点是，所述的 n 面电极由环形极板和覆盖于出射光窗口部分的条形栅极构成，其条形栅极的轴向平行于所述衬底的(110)晶向。本发明 VCSEL 结构制造工艺简捷、重复性好，容易推广，将 VCSEL 出射光的偏振方向很好的控制在衬底的(110)晶向和(110)晶向。



1. 一种通过出射光窗口电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器，主要包括 p 型 DBR 层（2）、有源层（5）、n 型 DBR 层（6）、GaAs 衬底（7）、包覆在 p 型 DBR 层（2）上的 p 面电极（1）和敷设在 GaAs 衬底（7）底部的 n 面电极（8），其特征在于：所述的 n 面电极（8）由环形极板（8.1）和覆盖于出射光窗口部分的条形栅极（8.2）构成，其条形栅极（8.2）的轴向平行于所述衬底（7）的 $(\bar{1}\bar{1}0)$ 晶向。

通过出射光窗口电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器

技术领域

本发明涉及到一种垂直腔面发射激光器(VCSEL)，特别是一种可实现控制偏振方向的VCSEL。

背景技术

在激光显示光源领域中，目前采取的大多数激光光源都是用大功率边发射半导体激光器泵浦全固态激光器，再经过频率转换生成蓝、绿光，而用大功率VCSEL直接进行腔外倍频则具有很多的优点。要高效的实行腔外倍频，VCSEL的基频光具有稳定可控的偏振方向是非常重要的。

一般的VCSEL都是生长在(001)衬底上，具有良好的柱形对称结构，理论上激射任意方向上的线性偏振光，从而出射光的偏振方向是不可控制的。另外，随着注入电流、外加应变、温度等外界条件的变化，输出光的偏振态也发生转换。所以控制VCSEL基频光偏振特性很重要。目前文献报道的VCSEL的偏振控制方案主要如下：

(1)1999年9月14日公开的Pamulapati等人的美国专利US 5,953,362中，描述了一个在VCSEL中施加应力的方法来控制偏振。在US5,953,362专利中，VCSEL是共晶地与一个晶核衬底结合，该衬底具有预设各向异性热膨胀系数。在形成过程中，在激光腔中施加一个单轴向应变。

(2)2000年11月28日公开的Yoshikawa等人的美国专利US 6,154,479中，描述了一个VCSEL，其中偏振方向的控制由限制顶部镜面的横截面尺寸实现，以使在由镜面提供的波导中只限制一个单横基模。制作一个非圆形或者椭圆器件用以控制偏振。

(3) 2004 年 8 月 31 日公开的 Matsui 等人的美国专利 US 6,785,318, B1 中, 描述了通过引入应激源来控制 VCSEL 偏振方向的方法。应激源被沉积在半导体结构上, 它所带来的应力导致了双折射效应和增益的各向异性。使有源层远离应激源, 增加表面应力和应激源所产生的增益差, 形成稳定的出射偏振方向。

(4) 2005 年 4 月 26 日公开的 Aggerstam 等人的美国专利 US 6,885,690 B2 中, 描述了通过在出光口形成介质膜控制 VCSEL 的横模和偏振状态。该膜由两层或多层介质材料组成, 每层材料的反射率不同, 介质膜的尺寸比出光孔径小。

(5) 2008 年 2 月 19 日公开的 Ostermann 等人的美国专利 US 7,333,522 B2 中, 描述了用单片集成面光栅控制 VCSEL 的偏振状态。在第一布拉格反射层, 有源层和第二布拉格反射层中至少有一层是有周期图案的, 这样来稳定光束的偏振状态。

上述所有采取的偏振控制方案所形成的器件结构复杂, 其制作步骤比较繁琐, 对设备和工艺条件有很高的要求, 在技术上很难推广, 而且上述结构的 VCSEL 偏振方向的选择性也不好。

发明内容

本发明的目的是为了解决目前 VCSEL 装置出射光偏振方向不可控制性, 特别是 VCSEL 在大电流下工作时的偏振模式复杂的缺陷, 提出一种通过出射光窗口电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器 (VCSEL), 以简捷的技术手段实现稳定的 VCSEL 的偏振效果。

本发明通过出射光窗口电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器, 具有惯用垂直腔面发射激光器的 p 型分布布拉格反射器 (DBR) 层、有源层、n 型分布布拉格反射器 (DBR) 层、GaAs 衬底、包覆在 p 型 DBR 层上的 p 面电极和敷设在 GaAs 衬底底部的 n 面电极的层次结构, 其特点是, 所述的 n

面电极由环形极板和覆盖于出射光窗口部分的条形栅极构成，其条形栅极的轴向平行于所述衬底的(1 $\bar{1}$ 0)晶向。

为了控制 VCSEL 的偏振方向，本发明是在 n 面圆形的出射光窗口部分制备密集排布的条形金属膜，形成与环形极板连为一体的条栅形的电极结构，条形的取向为衬底的(1 $\bar{1}$ 0)晶向，这是因为(001)晶向衬底的 VCSEL 激射光的一个主要的偏振方向为(1 $\bar{1}$ 0)晶向。这样，n 型 DBR 层和条形栅极之间构成了复合腔，使沿着(1 $\bar{1}$ 0)晶向的反射率高于其垂直方向(110)晶向上的反射率，改变这两个方向上的激射阈值条件，增加增益分布的非均匀性，从而实现偏振控制。与此同时，由于 n 面的条形电极结构的特点是不仅与 n 型 DBR 层形成了复合腔，具有高反射作用，还向有源层注入了额外的空穴，增加了电子空穴的复合效率，所以也能提高所需偏振方向上(1 $\bar{1}$ 0)晶向的出射光功率。

本发明 VCSEL 结构制造工艺简捷、重复性好，容易推广，将 VCSEL 出射光的偏振方向很好的控制在衬底的(110)晶向和(1 $\bar{1}$ 0)晶向。

附图说明：

图 1 是本发明 VCSEL 的结构示意图；

图 2 是图 1 中所示 n 面电极结构的结构示意图。

具体实施方式

以下结合附图给出的实施例对本发明结构作进一步详细说明

参照图 1、2，一种利用条形电极结构控制偏振的垂直腔面发射激光器，包括 p 型 DBR 层 2、氧化窗口 3、Al₂O₃钝化层 4、有源层 5、n 型 DBR 层 6、GaAs 衬底 7、包覆在 p 型 DBR 层 2 上的 p 面电极 1 和敷设在 GaAs 衬底 7 底部的 n 面电极 8，所述的 n 面电极 8 由环形极板 8.1 和覆盖于出射光窗口部分的条形栅极 8.2 构成，其条形栅极 8.2 的轴向平行于所述衬底 7 的(1 $\bar{1}$ 0)晶向。

本发明 VCSEL 装置的制作工艺主要步骤：先将 VCSEL 的外延片进行减薄，接着对 p 面实施湿法刻蚀，刻蚀的深度刚好到达有源层。然后通过合金

工艺制备 p 面电极。对 n 面也要先经过减薄工艺，接着实施双面对准刻蚀。再通过合金工艺制备 n 面电极，其中在出光窗口上形成密集排布的条形金属膜，制成条形电极结构，条形电极的方向平行于衬底的(110)晶向，然后经过 lift-off 工艺露出 n 面出光窗口。然后在最后通过解理和封装，完成 VCSEL 装置的制作。

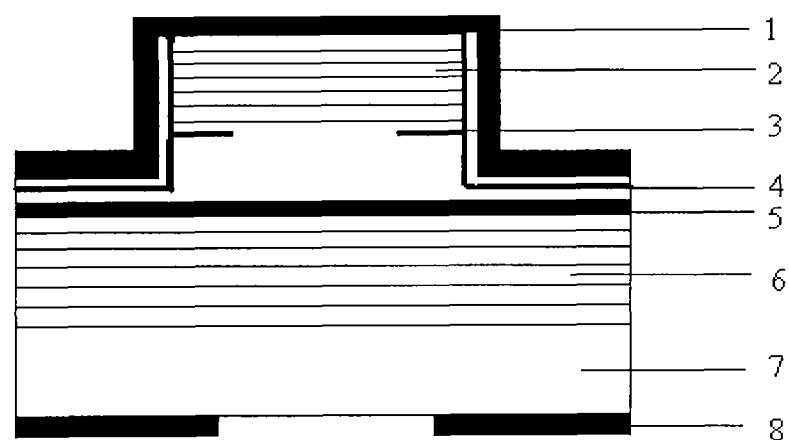


图 1

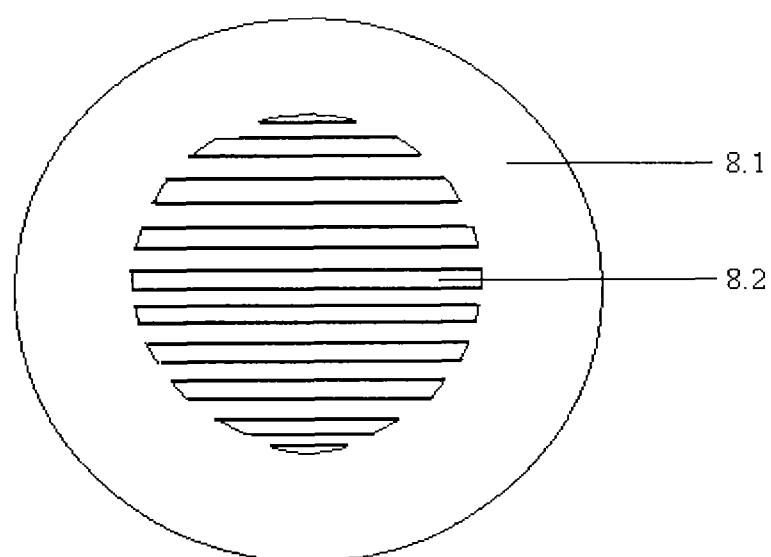


图 2