

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01S 5/00 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017205.6

[43] 公开日 2008 年 3 月 26 日

[11] 公开号 CN 101150242A

[22] 申请日 2006.9.22

[21] 申请号 200610017205.6

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 宁永强 秦 莉 孙艳芳 李 特  
崔锦江 刘 云 刘星元 王立军

[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

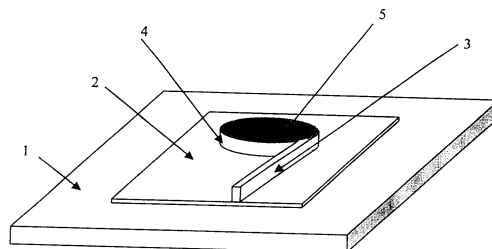
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

### [54] 发明名称

集成输出直波导的电泵浦微腔激光器

### [57] 摘要

本发明公开一种集成输出直波导的电泵浦微腔激光器，可以将微腔激光器中的激光由集成的输出直波导的端口输出。该器件是基于耳语回廊模式原理产生激光振荡的微腔激光器。器件由管芯和热沉两部分组成，管芯是在半导体量子阱激光器外延片上经过光刻、腐蚀、氧化及电子束蒸发等复杂的器件工艺后完成的微腔激光器芯片。管芯的中心是一个微碟或微环，在微碟或微环的边缘沿切线方向集成一个直波导，宽度为数个微米，长度为数十—数百微米，厚度与微碟或微环的厚度一致。在微碟或微环的表面制备有欧姆接触金属薄膜，采用焊料将管芯和热沉焊接在一起。该器件具有结构简单、输出耦合效率高的优点，满足大规模光集成器件研究的需要。



1、集成输出直波导的电泵浦微腔激光器，该器件包括管芯和热沉两部分部分，通过焊料将两者焊接在一起，其特征在于该器件包括热（1）、衬底（2）、直波导（3）、与微碟（4）、欧姆接触薄膜（5）、微环（6）；管芯的中心是一个微碟或微环，由此分为两种结构：

其一是直波导（3）与微碟（4）相连接，并沿微碟（4）切线方向延长；微碟（4）直径在十几微米-数十微米之间，厚度为数个微米，直波导（3）宽度为数个微米，长度为数十-数百微米，厚度与微碟（4）相同；

其二是直波导（3）与微环（6）相连接，并沿微环（6）切线方向延长；微环（6）外径和内径在十几微米-数十微米之间，厚度为数个微米，宽度为数个微米；直波导（3）宽度为数个微米，长度为数十-数百微米，厚度与微环（6）相同。

2 按照权利要求 1 所述的集成输出直波导的电泵浦微腔激光器，其特征在于调整注入电流的大小，控制从直波导端口输出的激光的强度。

## 集成输出直波导的电泵浦微腔激光器

**技术领域：**本发明属于光电子技术领域，是一种用于全光集成的电泵浦微腔激光器。

**背景技术：**

半导体耳语回廊模式微腔激光器具有体积小、激射阈值低、集成度高等优点。耳语回廊模式激光在器件内部与器件表面平行的方向上传播，可以与光探测器、光耦合器等实现片上互连集成，满足大规模集成光路需要，是光集成、光计算、光通信等应用的关键器件。

目前国内外报道的耳语回廊模式微腔激光器的基本结构为微碟型或微环形。依靠微碟或微环形微腔的边缘与空气之间的折射率差对其内传播的光形成全反射。通过这种全反射作用得以在器件内部建立振荡，形成反馈放大。由于这种耳语回廊模式是基于光的全反射原理，因此决定了微碟或微环内产生的激光是被强烈地限制在微腔器件的内部，很难获得沿某个方向的定向光功率输出。

根据平面波导模式耦合理论，两个相距一定间距的平行波导之间会发生能量的耦合传递。在一个波导中传播的光功率通过共振耦合作用而在另一个波导中产生振荡，耦合效率由两波导间距和耦合长度决定。基于该理论，美国西北大学报道了U型结构光泵浦微腔激光器。其结构特征是围绕微碟或微环制备一个宽度为几微米的U型弯曲波导，微碟或微环与U型弯曲波导间隙不足1微米。激光在微碟或微环中产生并振荡，然后耦合传递

到U型弯曲波导中，由U型波导的两个端口输出。该结构由于需要制作间隙不足1微米的U型波导，精度要求高，工艺复杂。

### 发明内容

为了克服已有技术中光功率很难定向输出的缺点，并解决U型结构光泵浦微腔激光器精度要求高，工艺复杂等问题，本发明公开一种集成输出直波导的电泵浦微腔激光器，可以将微腔激光器中的激光由集成的输出直波导的端口输出，该器件是基于耳语回廊模式原理产生激光振荡的微腔激光器。器件由管芯和热沉两部分组成，通过焊料将两者焊接在一起。热沉既对管芯提供支撑，也作为下电极与外加电源连接。

管芯是在半导体量子阱激光器外延片上经过光刻、腐蚀、氧化及电子束蒸发等复杂的器件工艺后完成的微腔激光器芯片。管芯的中心是一个微碟或微环，其直径在十几微米-数十微米之间，厚度为数个微米，微环的宽度也为数个微米。在微碟或微环的边缘沿切线方向连接一个直波导，宽度为数个微米，长度为数十-数百微米，厚度与微碟或微环的厚度一致。在微碟或微环的表面制备有欧姆接触金属薄膜。采用焊料将管芯和热沉焊接在一起完成集成输出直波导的电泵浦微腔激光器的制作。

其工作原理如下：

在微碟或微环表面的欧姆接触金属薄膜上用金丝球焊引出上电极。在热沉表面引出下电极。在上、下电极两端加偏压，正极加在上电极端。负极加在下电极端。当通过管芯的电流超过激光器激射阈值后，在管芯内部的量子阱有源区产生的光发射以耳语回廊模式在微碟或微环内形成稳定的振荡，产生激光。由于输出直波导与微碟或微环集成在一起，在微碟或微环中的激光振荡有一定比例耦合到输出直波导中，并通过直波导的端口

输出。调整注入电流的大小可以控制从直波导端口输出的激光的强度。

本发明的优点是不需要制作间隙不足 1 微米的 U 型波导，具有结构简单，输出耦合效率高，光功率定向输出，满足了大规模光集成器件研究的需要。

#### 附图说明：

图 1 是微碟型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器示意图，也为摘要附图。

图 2 是微环型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器示意图

图 3 是微碟型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器制备示意图

其中热沉 1、衬底 2、直波导 3、与微碟 4、欧姆接触薄膜 5、微环 6、激光器的图形 7。

#### 具体实施方式：

下面结合附图和实施例对本发明进行进一步说明。

图 1 是微碟型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器示意图。由热沉(1)和管芯两部分组成。管芯由制作在衬底(2)上的直波导(3)、微碟(4)及欧姆接触金属薄膜(5)组成。直波导(3)与微碟(4)相连接，并沿切线方向延长。

图 2 是微环型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器示意图。与图 1 不同之处是用微环(6)代替图 1 中的微碟(4)。

#### 实施例 1：

图 3 是微碟型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器制备示意图。

(1)、图(a)是在衬底(2)上用 MOCVD 或 MBE 技术生长完半导体量子阱激光器材料的样品，量子阱激光器材料的厚度为 2-3 微米。

(2)、根据微碟及输出直波导的结构设计制作好光刻用的光刻版。本例中微碟的直径可以设计为 50 微米，直波导的宽度为 5 微米、长度为 100 微米。图(b)是采用光刻方法用光刻胶将要制备的激光器的图形(7)转移到图(a)样品的表面。

(3)、图(c)将转移完激光器图形的图(b)样品采用化学腐蚀方法刻出直波导(3)和微碟(4)，腐蚀深度以将量子阱激光器材料全部腐蚀透为准。在腐蚀过程中光刻胶保护直波导(3)和微碟(4)不被腐蚀。

(4)、图(d)是对图(c)样品继续进行光刻并用光刻胶将微碟(4)表面以外的部分覆盖，然后用高真空镀膜机中热蒸发或用射频溅射的方法在表面生长 AuGeNi/Au 薄膜，再采用剥离方法将微碟(4)表面以外的 AuGeNi/Au 薄膜剥离后去除残余的光刻胶，在 400℃下氮气保护快速合金 40 秒钟使表面 AuGeNi/Au 薄膜形成很好的欧姆接触薄膜(5)，完成激光器管芯的制作。

(5)、热沉(1)可以用高导热的无氧铜、金刚石或氮化铝等材料制备。将上述材料切割成边长 1 毫米、厚 500 微米的薄片。表面进行研磨后抛光。采用真空蒸发或溅射的方法在表面生长 TiPtAu/Au 薄膜，完成热沉(1)的金属化。

(6)、在金属化热沉(1)表面上真空蒸发或电镀金属钎焊料薄膜。将图 3(d)完成的激光器管芯与热沉(1)紧密接触，然后在氮气保护下加热到 200℃将管芯与热沉通过焊料焊接在一起。

#### 实施例 2:

图 2 所示的微环型集成输出直波导的电泵浦微腔激光器与实施例 1 的制作过程相同。区别只在将图 3(b)中进行图形转移需要的光刻版换作根据

---

微环及输出直波导的结构设计制作好的光刻版。本例中微环的外径可以设计为 50 微米，内径为 30 微米，直波导的宽度为 5 微米、长度为 100 微米。

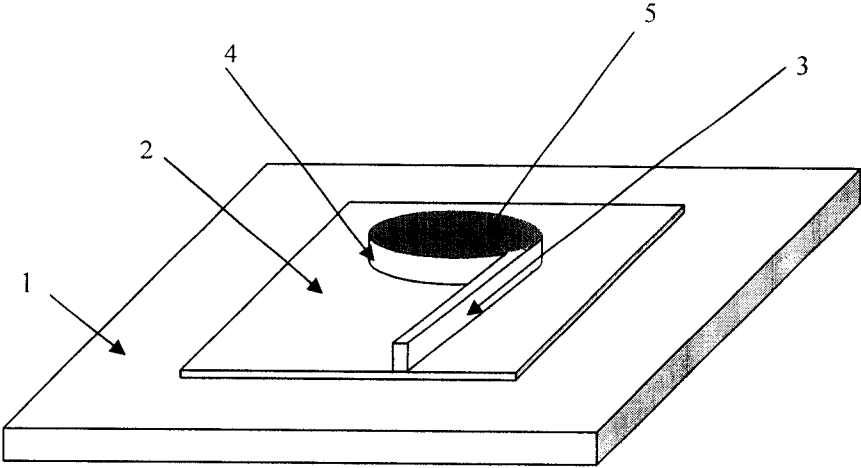


图 1

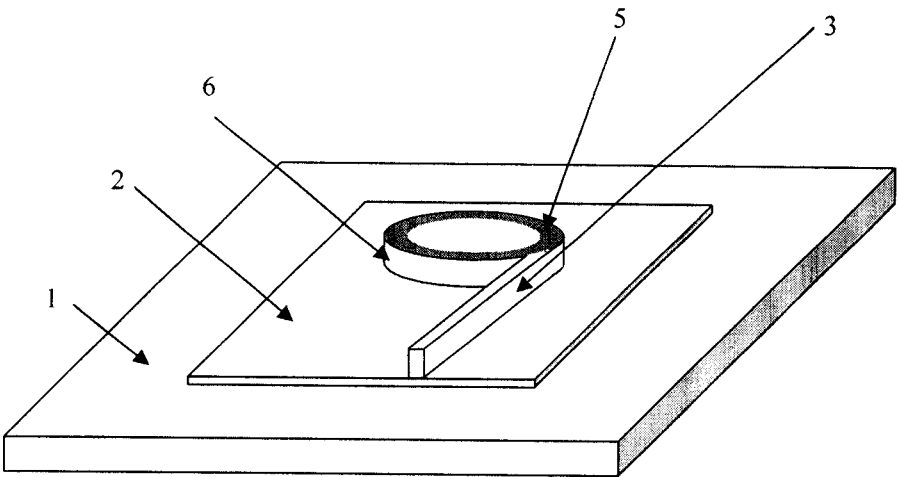


图 2

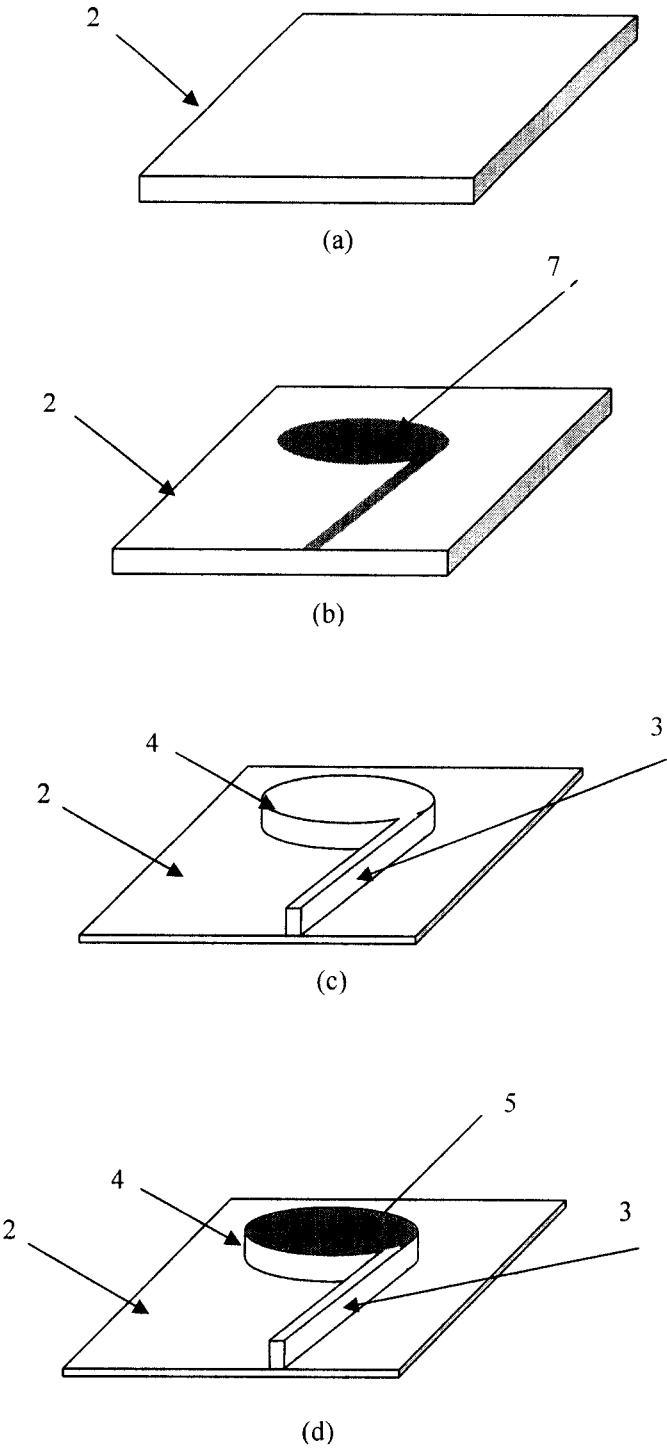


图 3