



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810051307.9

[43] 公开日 2009 年 3 月 18 日

[11] 公开号 CN 101388522A

[22] 申请日 2008.10.22

[21] 申请号 200810051307.9

[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 张 星 宁永强 秦 莉 刘 云  
李 特 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 王立伟

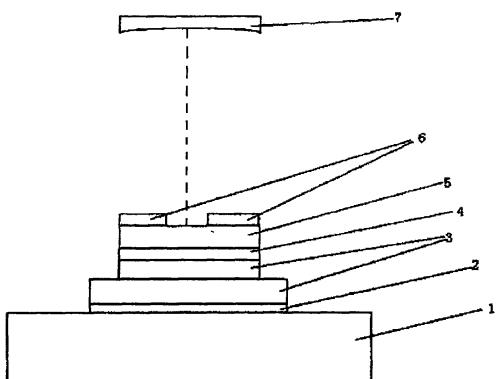
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器

## [57] 摘要

本发明涉及一种电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器，该激光器包括散热装置，半导体分布布拉格反射镜，双面电极，多量子阱增益区，外腔镜；激光器的出光窗口镀有光学增透膜，外腔反射镜采用镀有多层介质膜的平凹反射镜；N型半导体分布布拉格反射镜及P型半导体分布布拉格反射镜之间构成主谐振腔，外腔反射镜及P型半导体分布布拉格反射镜之间也构成副谐振腔。本发明的平凹外腔反射镜可灵活改变位置，也可倾斜放置，具有极好的机械稳定性和热稳定性，对外界环境变化不敏感。



1、一种电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器，其特征在于该激光器包括散热装置（1），N 面电极（2），N 型半导体分布布拉格反射镜（3），多量子阱增益区（4），P 型半导体分布布拉格反射镜（5），P 面电极（6），外腔镜（7），该激光器泵浦方式为电泵浦，并且同时采用顶发射结构和外腔结构，该结构同时适用于发射可见光及近红外波段激光；

各部分的连接关系：N 面电极（2）在 N 型半导体分布布拉格反射镜（3）的下表面上，并通过 In 焊料与散热装置连接，P 面电极（6）在 P 型半导体分布布拉格反射镜（5）上表面上，同时在其上安装制作出光窗口，外腔镜（7）固定在光学调整架上，并与出光窗口对准。

2、根据权利要求 1 所述的一种电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器，其特征在于 N 型半导体分布布拉格反射镜（3），P 型半导体分布布拉格反射镜（5）以及外腔镜（7）共同构成三镜面激光谐振腔，分为主腔和副腔：N 型半导体分布布拉格反射镜（3）及 P 型半导体分布布拉格反射镜（5）构成的谐振腔是主腔，为有源腔，提供发生激射所需的增益；P 型半导体分布布拉格反射镜（5）与外腔镜（7）之间构成的谐振腔是副腔，为无源腔，用来控制光束质量。

## 电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器

### 技术领域

本发明涉及一种半导体激光器，特别涉及一种电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器。

### 背景技术

垂直腔面发射激光器作为一种新型半导体激光器，受到了越来越多的关注。相对于常见的边发射半导体激光器而言，垂直腔面发射激光器具有远场发散角较小，圆形光斑，光损伤阈值较高，便于进行二维集成等优势，具有很大的应用潜力。但其中存在的一个主要问题是，为了满足泵浦掺铒光纤激光器及光纤放大器等应用需求，需要提高垂直腔面发射激光器的输出功率，而由于垂直腔面发射激光器的谐振腔长较短，多为波长量级，因此提高输出功率的主要途径就是采用面积较大的出光窗口来增加有源区体积，提高输出功率。但出光窗口面积的增大将导致高阶横模增多，激光光束质量变差；出光窗口面积较小的器件光束质量较好，但输出功率很低，无法满足高功率应用的需求。因此，就提出了垂直外腔面发射激光器这一解决方案，使用这种器件，能够通过提高出光窗口面积来提高输出功率，同时使用外腔结构来控制激光光束质量。垂直外腔面发射激光器有光泵浦和电泵浦两种泵浦方式，光泵浦器件需要外加泵浦光源，结构较复杂，机械稳定性较差

并且效率较低；已开发出的电泵浦器件多为底发射结构，激光器的出光窗口在衬底面上，激光器的谐振腔中包含有衬底部分，当器件在较高驱动电流下工作时，由于衬底温度的上升，形成的温度梯度导致的热透镜效应将对光束质量产生影响，并且底发射结构需要进行双面对准光刻，增加了工艺的复杂程度和制造成本，而且底发射结构不适用于衬底吸收较大的波段。

## 发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种采用电泵浦顶发射外腔结构，器件结构和散热装置较为简单，并且是无需双面对准工艺的电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器。

为解决上述技术问题，本发明的电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器包括散热装置，N面电极，N型半导体分布布拉格反射镜，多量子阱增益区，P型半导体分布布拉格反射镜，P面电极，外腔镜；所述的外腔镜为平凹镜，N型半导体分布布拉格反射镜与P型半导体分布布拉格反射镜之间构成一个主谐振腔，外腔镜以及P型半导体分布布拉格反射镜之间也构成一个副谐振腔。

使用MOCVD依次生长N型半导体分布布拉格反射镜，多量子阱增益区以及P型半导体分布布拉格反射镜结构，N面电极在N型半导体分布布拉格反射镜的下表面上，并通过In焊料与散热装置连接，P面电极在P型半导体分布布拉格反射镜上表面上，同时在其上制作出光窗口，外腔镜固定在光学调整架上，并与出光窗口对准。

本发明的优点：采用电泵浦结构，因此无需外加泵浦激光光源以

及为泵浦光源附加的散热装置，无需使用结构复杂的调节装置，结构较为紧凑，具有极好机械及热稳定性，对外界环境变化不敏感；引入外腔结构改善光束质量的同时，采用了顶发射芯片结构，避免了底发射结构中光束通过衬底而受到热透镜效应的影响，进一步改善了光束质量；由于采用了顶发射结构，避免了光束通过衬底被衬底吸收，因此该结构同时适用于发射可见光及近红外波段激光；器件工艺流程与现有的垂直腔面发射激光器制备工艺兼容，由于采用顶发射结构，因而无需双面对准工艺，简化了器件制备的工艺流程，并降低了制造成本。

### 附图说明

图1是本发明结构示意图。散热装置1，N面电极2，N型半导体分布布拉格反射镜3，多量子阱增益区4，P型半导体分布布拉格反射镜5，P面电极6，外腔镜7.

### 具体实施方式

如图所示，本发明的电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器包括：散热装置1，N面电极2，N型半导体分布布拉格反射镜3，多量子阱增益区4，P型半导体分布布拉格反射镜5，P面电极6，外腔镜7，出光窗口处镀有增透光学膜，用来消除表面反射，加强光的反馈强度，来形成外腔结构。所述散热装置1为微通道水冷热沉，多量子阱增益区4为周期性InGaAs/GaAsP多量子阱增益区，N型半导体分布布拉格反射镜3，P型半导体分布布拉格反射镜5以及外腔镜7共同构成激光谐振腔。这种谐振腔是一种三镜面谐振腔，分为主腔和副腔，N

型半导体分布布拉格反射镜 3 及 P 型半导体分布布拉格反射镜 5 构成的谐振腔是主腔，为有源腔；P 型半导体分布布拉格反射镜 5 与外腔镜 7 之间构成的谐振腔是副腔，为无源腔，用来控制光束质量。

使用连续激光电源对激光器进行电泵浦，由于载流子注入，在 N 型半导体分布布拉格反射镜 3 及 P 型半导体分布布拉格反射镜 5 之间的 InGaAs/GaAsP 周期性多量子阱增益区提供了内部增益，三镜面谐振腔提供产生激光振荡所需的反馈，来对受激发射进行放大。当内部增益达到阈值时，激光器发出的激光经由 P 面电极 6 上的出光窗口及外腔镜耦合输出。由 N 型半导体分布布拉格反射镜 3 及 P 型半导体分布布拉格反射镜 5 构成的谐振腔为有源腔，提供发生激射所需的增益；外腔镜 7 及 P 型半导体分布布拉格反射镜 5 构成的谐振腔为无源腔，作用是提高激光高阶横模的损耗来抑制高阶横模的数量，来改善激光的光束质量。

外腔镜采用 BAK4 或 BK7 材质；激光器电源为连续激光电源；N 型半导体分布布拉格反射镜 3 及 p 型半导体分布布拉格反射镜 5 为 GaAs/AlAs 结构，多量子阱增益区为 InGaAs/GaAsP 周期性多量子阱结构；N 型半导体分布布拉格反射镜 3，P 型半导体分布布拉格反射镜 5 及多量子阱增益区使用 MOCVD 外延生长技术进行生长；增透光学膜通过磁控溅射或电子束蒸发技术生长在 P 面电极 6 上的出光窗口处；P 面电极为 Ti/Pt/Au 或 Ti/Au 或 Au/Cr 或 Au/In，通过电子束或热蒸发或磁控溅射生长；N 面电极为 Au/Ge/Ni 或 Au/Pd/Ge 或 Pt/Au/Ge，通过电子束或热蒸发或磁控溅射技术生长；N 面电极通过

In 焊料固定到微通道水冷热沉上，微通道水冷热沉的材质为无氧铜或紫铜或纯铜。外腔反射镜在激射波长处的透过率为 50%~90%，外腔反射镜 7 固定在光学调整架上。外腔镜 7 与 P 型半导体分布布拉格反射镜 5 的距离为 10—40mm，N 型半导体分布布拉格反射镜 3 与 P 型半导体分布布拉格反射镜 5 构成的谐振腔长度为 1-3  $\mu m$ ，N 型半导体分布布拉格反射镜 3、P 型半导体分布布拉格反射镜 5 和外腔镜共同构成激光器的谐振腔。

#### 实施例 1：

对于激射波长为 980nm 的输出光，泵浦源为连续激光电源，外腔镜采用 BAK4 或 BK7 材质，增透膜系为  $Ta_2O_5$  或  $MgF_2$  或  $HfO_2$ ，P 型半导体分布布拉格反射镜为 10 对 AlGaAs/GaAs，N 型半导体分布布拉格反射镜为 30 层 AlGaAs/GaAs，周期性多量子阱增益区为 InGaAs/GaAsP 结构，其中包括 InGaAs 量子阱及 GaAsP 势垒，焊料是 In，微通道水冷热沉的材质为紫铜或无氧铜或纯铜。这样就能获得 980nm 电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器。

#### 实施例 2：

将实施例 1 中的周期性量子阱增益区换为 GaAs/AlGaAs 结构，其中包括 GaAs 量子阱和 AlGaAs 势垒，就能获得 850nm 电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器。

#### 实施例 3：

将实施例 1 中的 p 型半导体分布式布拉格反射镜的材料换为 InP/InGaAsP，对数换为 10—15 对，n 型半导体分布式布拉格反射镜

的材料换为 InP/InGaAsP，对数换为 25—30 对，周期性量子阱有源增益区换成 InGaAsP/InP 量子阱结构，这样就可以获得 1550nm 电泵浦顶发射垂直外腔面发射激光器。

通过调整半导体分布布拉格反射镜的对数及材料，以及多量子阱增益区的材料结构及组分，能够获得发射 850nm-1550nm 波长的电泵浦顶发射垂直外腔发射激光器。

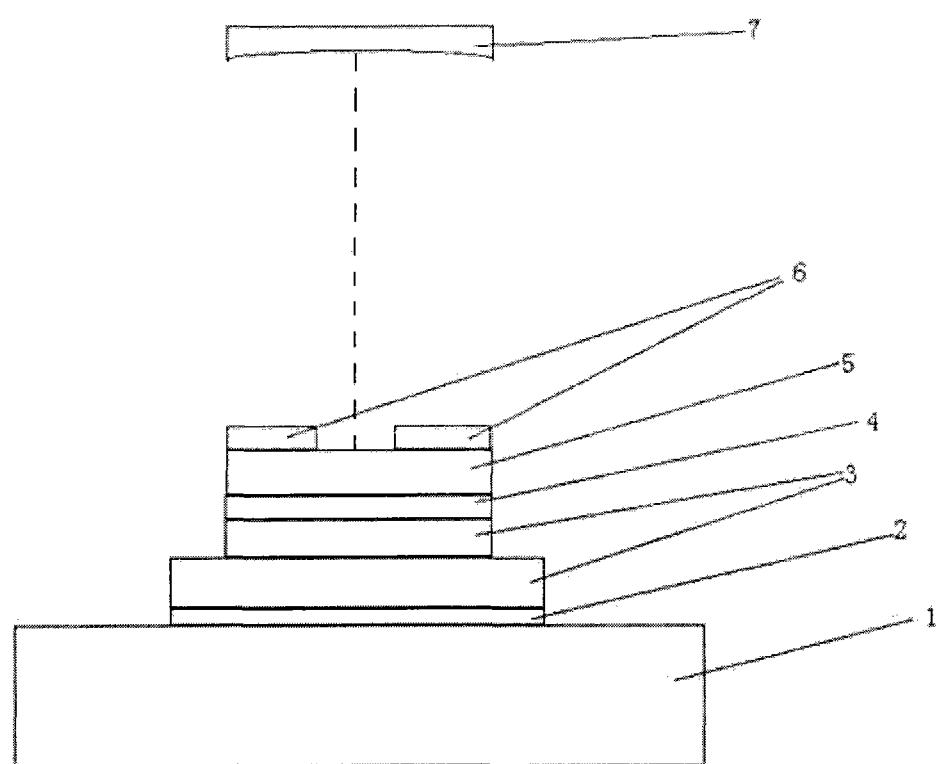


图 1