



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016970.1

[43] 公开日 2005 年 12 月 28 日

[11] 公开号 CN 1713470A

[22] 申请日 2005.7.14

[21] 申请号 200510016970.1

[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 路国光 单肖楠 何春风 秦 丽  
宴长岭

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 马守忠

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器

### [57] 摘要

本发明属于半导体激光技术领域，具体涉及一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射激光器，由于采用增透膜(4)、微通道散热片(13)和望远镜(14)。外腔镜(2)与半导体分布布拉格反射镜(8)相隔 20-50mm，构成激光器的外腔，在外腔中加入望远镜(14)就构成了望远镜谐振腔。采用望远镜谐振腔，能够获得可靠的大体积 TEM<sub>00</sub> 模工作，对望远镜进行适当调节，能够控制选模过程。本发明的 HfO<sub>2</sub> 增透膜，粘附性好、致密、均匀、无针孔、在有效通光孔径内膜层无裂纹、擦痕、点子、灰雾及色斑、可以用于苛刻的环境中。

1、一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器，包括：泵浦光源（1）、窗口层（5）、光吸收层（6）、周期性多量子阱有源增益区（7）、半导体分布布拉格反射镜（8）、焊料（9）、散热片（10）、热沉（11）、导热胶（12），其特征在于还包括：外腔镜（2）、高反射介质膜（3）、增透膜（4）、微通道散热片（13），望远镜（14）；外腔镜（2）的凹面与高反射介质膜（3）固定连接，窗口层（5）下端面与光吸收层（6）的上端面固定连接，光吸收层（6）下端面与周期性多量子阱有源增益区（7）的上端面固定连接，周期性多量子阱有源增益区（7）下端面与半导体分布布拉格反射镜（8）的上端面固定连接，半导体分布布拉格反射镜（8）下端面通过焊料（9）与散热片（10）的上端面固定连接，散热片（10）下端面通过焊料（9）与热沉（11）的上端面固定连接；其特征在于它还包括：增透膜（4）、微通道散热片（13）、望远镜（14）；增透膜（4）与窗口层（5）的上端面固定连接；热沉（11）下端面通过导热胶12与微通道散热片（13）的上端面固定连接，外腔镜（2）与半导体分布布拉格反射镜（8）相隔20-50mm，构成激光器的外腔，在外腔中加入望远镜（14）就构成了望远镜谐振腔，外腔镜（2）上下两端固定在光学微调架上。这样就实现了一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器。

2、根据权利要求1所述的一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器，其特征在于：增透膜（4）采用  $\text{HfO}_2$  材料制成，其选择的有效折射率为1.85-1.90。

## 一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器

### 技术领域：

本发明属于半导体激光器技术领域，涉及垂直外腔面发射半导体激光器。

### 背景技术：

垂直外腔面发射半导体激光器属于面发射激光器中的一种，是半导体激光技术中的新型器件以其高功率、优质光束质量和易于二维列阵的特点在激光显示、激光通信、材料加工、医疗及国防工程等领域具有广泛的应用前景。特别是其易于倍频和二维平面列阵的特点，可以实现高光束质量的高功率激光输出，这些优点使其在工业加工、固体激光和光纤激光泵浦、晶体倍频等领域有着非常大的研发前景。垂直外腔面发射半导体激光器结构主要包括：外腔反射镜、周期性多量子阱有源增益区、半导体分布布拉格反射镜、金刚石散热片以及热沉等，其中外腔反射镜与半导体分布布拉格反射镜构成了激光器的谐振腔。器件可以在电流注入激励和光泵浦激励两种方式下工作。现有的垂直外腔面发射半导体激光器结构中的外腔反射镜结构为平凹透镜，其谐振腔为平凹谐振腔，并在凹面侧蒸镀对工作波长实现高反射的介质膜。采用此种谐振腔，对在谐振腔内行进的光线有散射作用，这样一来，势必增加器件的激射阈值，降低器件的效率和输出功率；并且采用平凹谐振腔不能充分利用增益介质的激活体积，从而浪费了大量的储能。因此需要设计一种更理想的谐振腔，作为高功率垂直外腔面发射

半导体激光器谐振腔。与此同时，高功率半导体激光器的散热一直是影响器件性能的关键，在垂直外腔面发射半导体激光器中同样存在散热的问题需要很好的解决。

### 发明内容：

为解决上述技术中垂直外腔面发射激光器采用平凹谐振腔时，对在谐振腔内行进的激光有散射作用，这样一来，势必增加器件的激射阈值，降低器件的效率和输出功率的问题；同时，为了解决高功率垂直外腔面发射激光器的散热问题，本发明的目的是降低器件的激射阈值，提高输出光功率，与此同时改善器件的散热，进一步提高器件的输出光功率和器件工作的稳定性和器件的寿命。本发明的一个重要特征在于提供一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器。

为了实现上述目的，本发明的一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器它包括：泵浦光源 1、外腔镜 2、高反射介质膜 3、窗口层 5、光吸收层 6、周期性多量子阱有源增益区 7、半导体分布布拉格反射镜 8、焊料 9、散热片 10、热沉 11、导热胶 12；窗口层 5 下端面与光吸收层 6 的上端面固定连接，光吸收层 6 下端面与周期性多量子阱有源增益区 7 的上端面固定连接，周期性多量子阱有源增益区 7 下端面与半导体分布布拉格反射镜 8 的上端面固定连接，半导体分布布拉格反射镜 8 下端面通过焊料 9 与散热片 10 的上端面固定连接，散热片 10 下端面通过焊料 9 与热沉 11 的上端面固定连接；其特征还在于它还包括：增透膜 4、微通道散热片 13、望远镜 14；增透膜 4 与窗口层 5 的上端面固定连接；热沉 11 下端面通过导热胶 12 与微通道散热片 13 的上端面固定连接，外腔镜 2 与半导体分布布拉

格反射镜 8 相隔 20-50mm, 构成激光器的外腔, 在外腔中加入望远镜 14 就构成了望远镜谐振腔, 外腔镜 2 上下两端固定在光学微调架上。这样就实现了一种带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射半导体激光器。

谐振腔中插入可调节的望远镜 14 构成望远镜谐振腔, 就能够获得可靠的大体积 TEM<sub>00</sub> 模工作, 对望远镜进行适当调节, 就能够补偿激光器内热透镜效应, 并同时保证光斑尺寸对热透镜焦距的变化不灵敏。而以往采用平凹谐振腔, 限制了 TEM<sub>00</sub> 模的体积, 另外, 激光器的热聚焦明显的改变了模式, 泵浦引起的焦距变化也会强烈地干扰激光输出, 使激光器不能具有任何实际的或可靠的应用。采用望远镜谐振腔起到了两项不同的作用: 其一, 减少输出端的光束, 增大高阶模的损耗; 其二, 望远镜是一种焦距可变的元件, 因此无论谐振腔处于谐振图中的任何位置, 都能进行调节, 因为高阶模与低阶模的衍射损耗之比随着望远镜输出光束的减少而增大, 所以可通过调节望远镜, 保证在某一阶数以上的模不会达到阈值, 因此, 可以通过望远镜的两个参量即放大率 M 和焦距 f 来控制选模过程。

增透膜 4 采用 HfO<sub>2</sub> 材料制成, 增透膜选择的有效折射率为  $n_{eff} = \sqrt{n_0 n_1}$ , 其中 HfO<sub>2</sub> 材料选择的有效折射率为 1.85-1.90。HfO<sub>2</sub> 增透膜性能稳定且可以用于苛刻的环境中。本发明的增透膜用于 III—V 族半导体材料时粘附性好、膜结构致密、均匀、无针孔、在有效通光孔径内膜层无裂纹、擦痕、点子、灰雾及色斑, 具有耐湿性、稳定性好等优点, 同时具有很好的抗激光损伤的能力, 薄膜微观结构引起的散射损耗低等优良的性能。

本发明工作时: 器件以光泵浦方式(半导体激光或其它激光光源)工作。泵浦光经过窗口层在吸收层被吸收产生光生载流子进入有源增益区,

电子和空穴进行复合，产生受激发射，并经过望远镜谐振腔选模振荡，激光从外腔镜出射。

本发明的优点：本发明采用带有望远镜谐振腔的垂直外腔面发射激光器结构，在外腔镜凹面侧蒸镀对工作波长实现高反射的介质膜，与此同时采用精确衬底去除技术以及高效的焊接技术和微通道散热技术解决器件散热问题等来提高输出功率；在改善垂直外腔面发射半导体激光的光束质量方面，通过调节望远镜谐振腔中的望远镜的两个参量即放大率  $M$  和焦距  $f$  来控制选模输出,并能补偿泵浦条件变化时发生的热透镜效应，输出光近似为平行光，器件的发光区为均匀的圆形，从而获得圆对称光束质量，利于光束耦合。本发明采用的增透膜可以获得 99.99%以上的透过率， $\text{HfO}_2$  增透膜性能稳定且可以用于苛刻的环境中。

### 附图说明

图 1 是本发明带望远镜谐振腔的垂直外腔面发射激光器结构示意图。

### 具体实施方式：

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明，但本发明不限于这些实施例。实施例中包括：泵浦光源 1、外腔镜 2、高反射介质膜 3、增透膜 4、窗口层 5、光吸收层 6、周期性多量子阱有源增益区 7、半导体分布布拉格反射镜 8、焊料 9、散热片 10、热沉 11、导热胶 12、微通道散热片 13、望远镜 14。

实施例 1：对于激射波长为 980nm 的输出光，泵浦光源 1 是高功率 800-810nm 波长半导体激光阵列，外腔镜 2 是由 k9 光学玻璃或石英制成的，直径 5-15cm，曲率半径 25-100mm，高反射介质膜 3 为 Si/SiO<sub>2</sub> 介质膜，增

透膜 4 为  $\text{HfO}_2$  增透膜, 窗口层 5 为  $\text{GaIn}_{0.49}\text{P}$ , 光吸收层 6 为  $\text{Al}_{0.06}\text{GaAs}$ , 周期性多量子阱有源增益区 7 为  $\text{GaIn}_{0.16}\text{As}$  量子阱和  $\text{GaAs}_{0.94}\text{P}$  势垒, 半导体分布布拉格反射镜 8 为 30 对  $\text{Al}_{0.12}\text{GaAs}/\text{Al}_{0.9}\text{GaAs}$ , 焊料 9 为铟或铟锡合金, 散热片 10 为金刚石或氮化铝或氧化铍材料, 热沉 11 为纯铜或无氧铜或紫铜, 导热胶 12 为导热硅质, 微通道散热片 13 为铜材料。

外腔镜 2 和半导体分布布拉格反射镜 8 之间形成了光学谐振腔, 在腔内放入望远镜 14 就构成了望远镜谐振腔。外腔镜 2 上下两端固定在光学微调架上, 可获得波长为 980nm 的激光输出的带有望远镜谐振腔的垂直外腔面发射激光器。

实施例 2: 将实施例 1 中泵浦光源 1 换成高功率 630-670nm 半导体激光阵列, 光吸收层 6 换成  $\text{Al}_{0.2}\text{GaAs}$ , 周期性多量子阱有源增益区 7 换成  $\text{GaAs}$  量子阱和  $\text{Al}_{0.2}\text{GaAs}$  势垒, 半导体分布布拉格反射镜 8 换成 30 对  $\text{AlGa}/\text{Al}_{0.2}\text{GaAs}$ , 可获得 850nm 激光输出的带有望远镜谐振腔的垂直外腔面发射激光器。

实施例 3: 将实施例 1 中泵浦光源换成 975-1250nm 高功率半导体激光器, 窗口层 5 换成  $\text{InP}$ , 有源区 7 换成  $\text{InGaAsP}/\text{InP}$  材料, 多层布拉格反射镜 8 换成  $\text{InP}/\text{InGaAsP}$ , 可获得 1550nm 激光输出的带有望远镜谐振腔的垂直外腔面发射激光器。

实施例 4: 本发明的增透膜 4 可用于 III—V 族半导体材料制成的激光器。

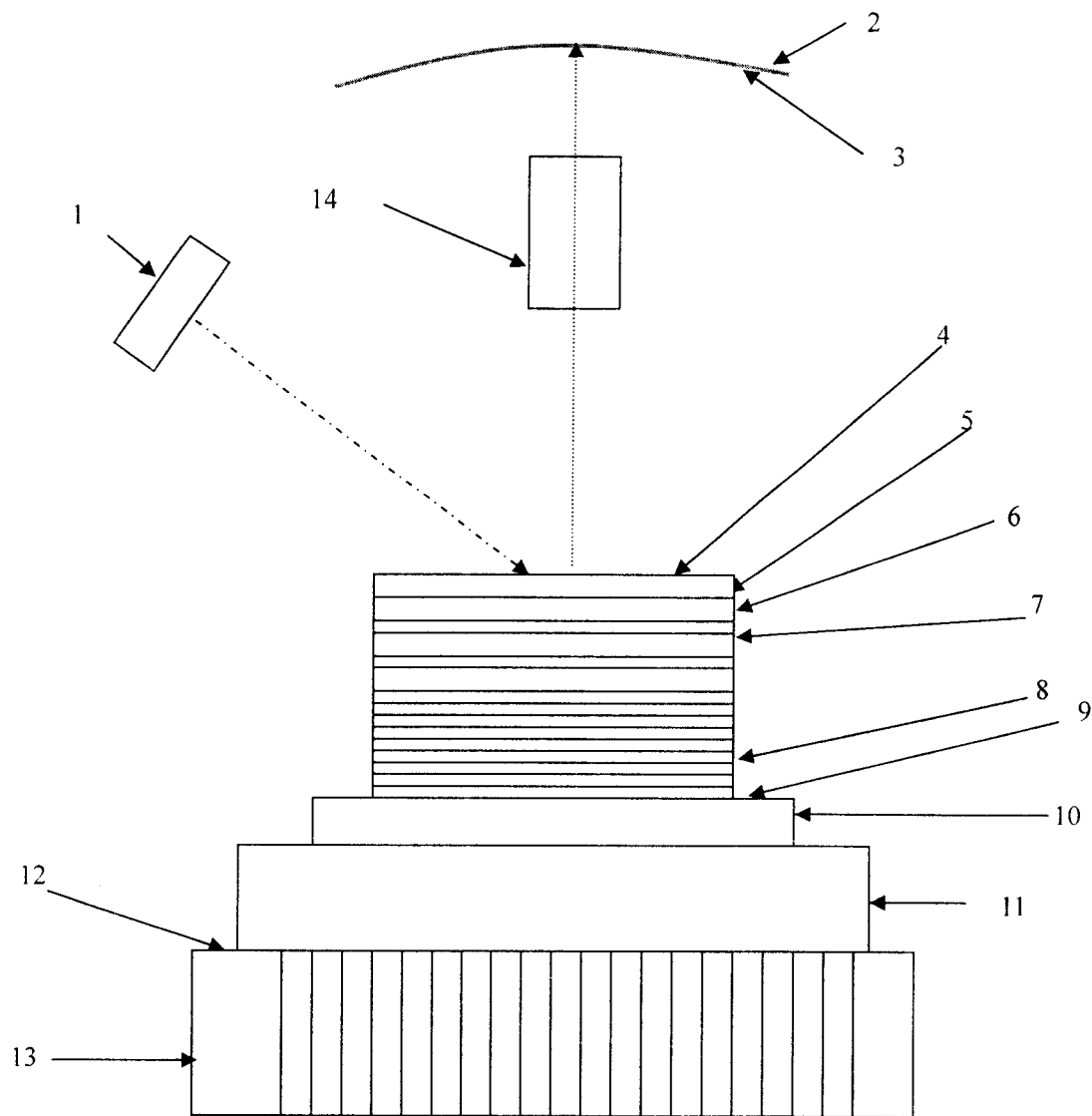


图 1