



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016967.X

[43] 公开日 2006 年 1 月 11 日

[11] 公开号 CN 1719673A

[22] 申请日 2005.7.14

[21] 申请号 200510016967.X

[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 晏长岭 秦丽 何春凤 单肖楠
路国光[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

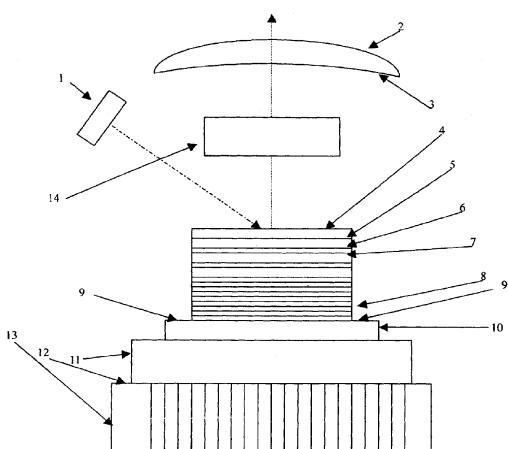
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种带凸凹反射镜的垂直外腔面发射半导体激光器

[57] 摘要

本发明涉及垂直外腔面发射半导体激光器的结构设计，包括：泵浦光源 1、凸凹反射镜 2、反射介质膜 3、增透膜 4、窗口层 5、光吸收层 6、有源增益区 7、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、非线性晶体 14。通过外凸凹反射镜的凸面会聚作用减小光散射，增大光反馈，进而降低器件的激射阈值，达到提高器件输出效率和输出功率的目的。与此同时采用微通道散热技术解决器件散热问题来提高输出功率。本发明采用凸凹反射镜为外腔镜，使输出光近似为平行光，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。本发明可以应用于 III - V 族半导体材料体系，还可以应用于 II - VI 族半导体材料体系。



1、一种带凸凹反射镜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）、有源增益区（7）、布拉格反射镜（8）、焊料（9）、散热片（10）、热沉（11）、导热胶（12），有源增益区（7）的两面分别与光吸收层（6）和布拉格反射镜（8）固定连接，焊料（9）将布拉格反射镜（8）和散热片（10）固定连接，焊料（9）将散热片（10）和热沉（11）固定连接，其特征在于还包括：凸凹反射镜（2）、反射介质膜（3）、增透膜（4）、微通道散热片（13），凸凹反射镜（2）的凹面与反射介质膜（3）固定连接，窗口层（5）的两面分别与增透膜（4）和光吸收层（6）固定连接，导热胶（12）分别与热沉（11）和微通道散热片（13）固定连接。

2、根据权利要求1所述的一种带凸凹反射镜的垂直外腔面发射半导体激光器，其特征在于还包括非线性晶体（14），在反射介质膜（3）与增透膜（4）之间放置有非线性晶体（14）。

一种带凸凹反射镜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领域，涉及垂直外腔面发射半导体激光器的结构设计。

背景技术：

垂直腔面发射半导体激光器是当前光电子领域最活跃的研究课题之一，与边发射半导体激光器相比，垂直腔面发射激光器件具有较小的远场发散角、圆形光斑、易于单纵模激射，以及易于二维光集成等优势，因此在光通讯、光互连以及光集成等方面有着广泛的应用前景，引起了人们的极大兴趣。垂直外腔面发射半导体激光器则是垂直腔面发射半导体激光器的新兴代表，以其输出光功率高、光束质量好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。特别是其易于腔内倍频方面，在激光泵浦、非线性晶体倍频等领域有着非常大的研发前景。垂直外腔面发射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。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，并在凹面侧蒸镀对工作波长实现高反射的介质膜，或者蒸镀对工作波长实现高反射的同时实现对倍频后的波长增透的介质膜。这种外腔反射镜的优点是加工简便、廉价。不过由于采用了这种平凹反射镜，对在所形成的光学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。因此需要一种更理想的外腔反射镜，作为高功率垂直外腔面发射半导体激光器中的外腔反射镜。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：

背景技术中垂直外腔面发射半导体激光器结构中外腔反射镜采用平凹透镜，这种外腔反射镜对行进光线有散射作用，势必增加器件的激射阈值，降低器件的效率和输出功率，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。为了解决上述的问题，本发明的目的是降低器件的激射阈值，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，为此本发明将提供一种带凸凹反射镜的垂直外腔面发射半导体激光器的器件结构。

为了实现上述目的，本发明的一种带凸凹反射镜的垂直外腔面发射半导体激光器包括：泵浦光源、凸凹反射镜、反射介质膜、增透膜、窗口层、光吸收层、有源增益区、布拉格反射镜、焊料、散热片、热沉、导热胶、微通道散热片，有源增益区的两面分别与光吸收层和布拉格反射镜固定连接，焊料将布拉格反射镜和散热片固定连接，焊料将散热片和热沉固定连接，凸凹反射镜的凹面与高反射介质膜固定连接，凸凹反射镜的凸面与外部输出端连接，窗口层的两面分别与增透膜和光吸收层固定连接，导热胶分别与热沉和微通道散热片固定连接。在反射介质膜与增透膜之间放置有非线性晶体。

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，并经过由外凸凹反射镜与布拉格反射镜构成的谐振腔选模振荡，激光从外凸凹反射镜出射。

本发明采用带凸凹反射镜的垂直外腔面发射半导体激光器的结构，通过外凸凹反射镜的凸面会聚作用减小光散射，增大光反馈，进而降低器件的激射阈值，达到提高器件输出效率和输出功率的目的。并在凸凹反射镜的凹面镀制对工作波长实现高反射的介质膜，采用反射介质膜实现对倍频后的波长增强透过率，与此同时采用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，由于本发明采用凸凹反射镜为外腔镜，使输出光近似为平行光，使本发明激光器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，例如： HfO_2 增透膜性能稳定且可以用于苛刻的环境中。本发明窗口层与增透膜结合的结构粘附性好、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，增透薄膜微观结构引起的散射损耗低等优良的性能。本发明的一种带凸凹反射镜的垂直外腔面发射半导体激光器可以应用于Ⅲ—V 族半导体材料体系，还可以应用于Ⅱ—VI 族半导体材料体系。

附图说明

图 1 是本发明激光器结构主视图。

图 2 是本发明实施例 3 带凸凹反射镜的 980nm 垂直外腔面发射半导体激光器腔内倍频主视图。

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、凸凹反射镜 2、高反射

介质膜 3、增透膜 4、窗口层 5、光吸收层 6、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、非线性晶体 14。凸凹反射镜 2 的凹面曲率半径可以从 5 毫米到 100 毫米，凸面曲率半径可以从 5 毫米到 50 毫米，

实施例 1：

泵浦光源 1 是高功率 800-810nm 波长半导体激光阵列，凸凹反射镜 2 是由 k9 光学玻璃或石英制成的，凹面曲率半径为 5 毫米或 25 毫米，凸面曲率半径为 5 毫米或 9.5 毫米，高反射介质膜 3 采用 Si/SiO₂ 介质膜，反射率在 95%-99%。增透膜 4 采用 HfO₂ 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 HfO₂ 材料选择的有效折射率为 1.85-1.90。窗口层 5 采用 GaIn0.49P 材料。光吸收层 6 采用 Al0.06GaAs 材料。有源增益区 7 可选择周期性有源多量子阱增益区，其直径可以从 50 微米到 5000 微米；有源增益区 7 可采用 GaIn0.16As 量子阱和 GaAs0.94P 势垒。布拉格反射镜 8 可采用 30 对 Al0.12GaAs/Al0.9GaAs 材料。焊料 9 采用铟、铟锡合金或金锡合金。散热片 10 采用金刚石或氮化铝或氧化铍材料。热沉 11 和微通道散热片 13 可采用纯铜或无氧铜或紫铜，导热胶 12 采用导热硅质材料。

本发明在工艺方面，采用衬底去除工艺把承载有源量子阱和分布布拉格反射镜的半导体芯片的衬底除掉，采用化学腐蚀和外延层增设腐蚀停止层的方法。器件在组装过程中采用微机械装配技术对凸凹反射镜和半导体芯片、热沉及微通道散热器等进行组装。

实施例 2：泵浦光源 1、反射介质膜 3、增透膜 4 及窗口层 5、焊料 9、散热片 10、热沉 11、导热胶 12 及微通道散热片 13 与实施例 1 相同，凸凹反射镜 2 的凹面曲率半径为 50 毫米，凸面曲率半径为 25 毫米。光吸收层

6 为 Al_{0.2}GaAs, 周期性多量子阱有源增益区 7 为 GaAs 量子阱和 Al_{0.2}GaAs 势垒, 布拉格反射镜 8 采用 30 对 AlAs/Al_{0.2}GaAs 材料。本发明在工艺方面与实施例 1 相同。

实施例 3: 带凸凹反射镜的 980nm 垂直外腔面发射半导体激光器腔内倍频, 非线性晶体 14 为 LBO 晶体, 凸凹反射镜 2 的凹面曲率半径选择 100 毫米, 凸面曲率半径可以选择 50 毫米。其它组件与与实施例 1 相同。

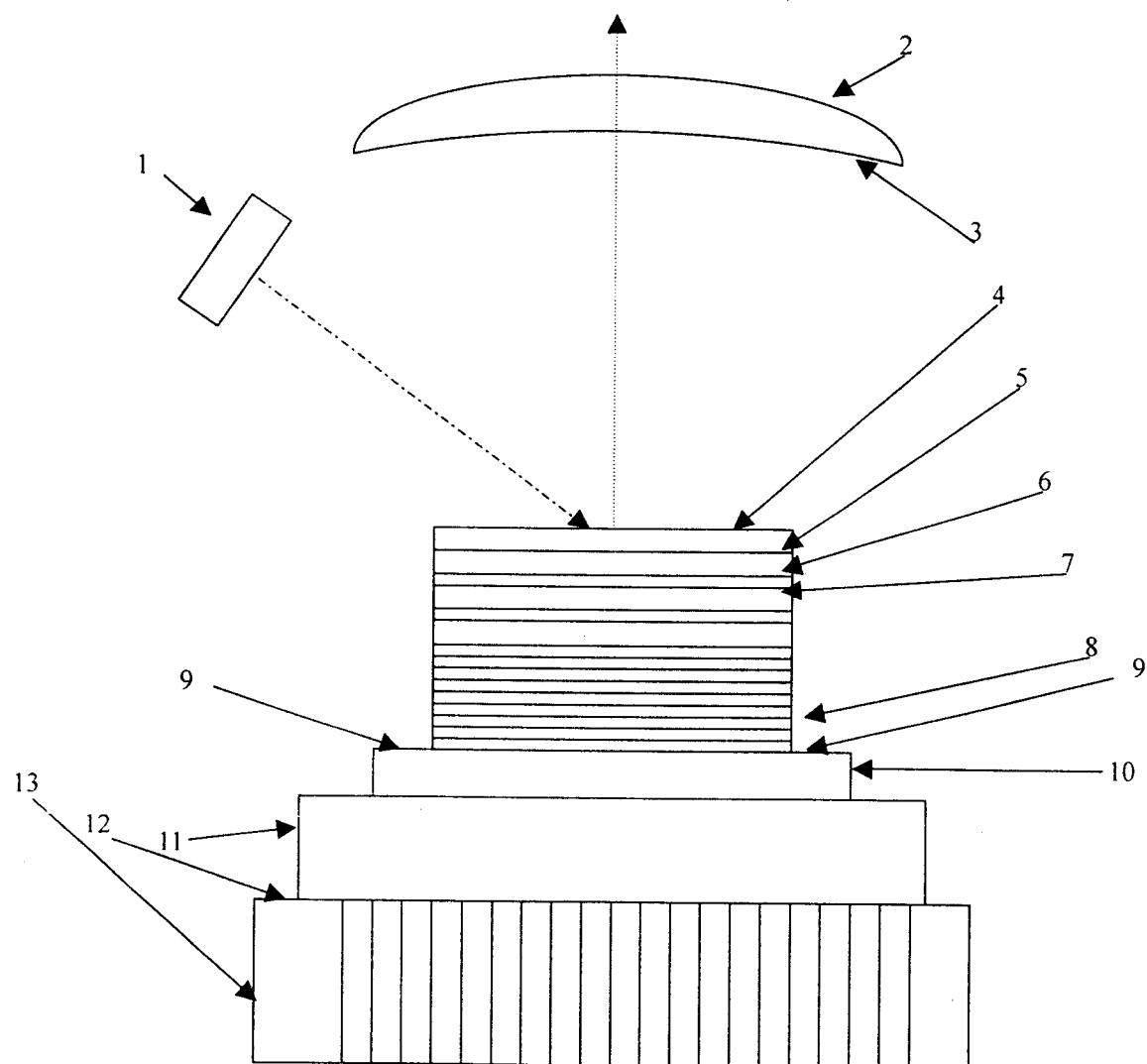


图 1

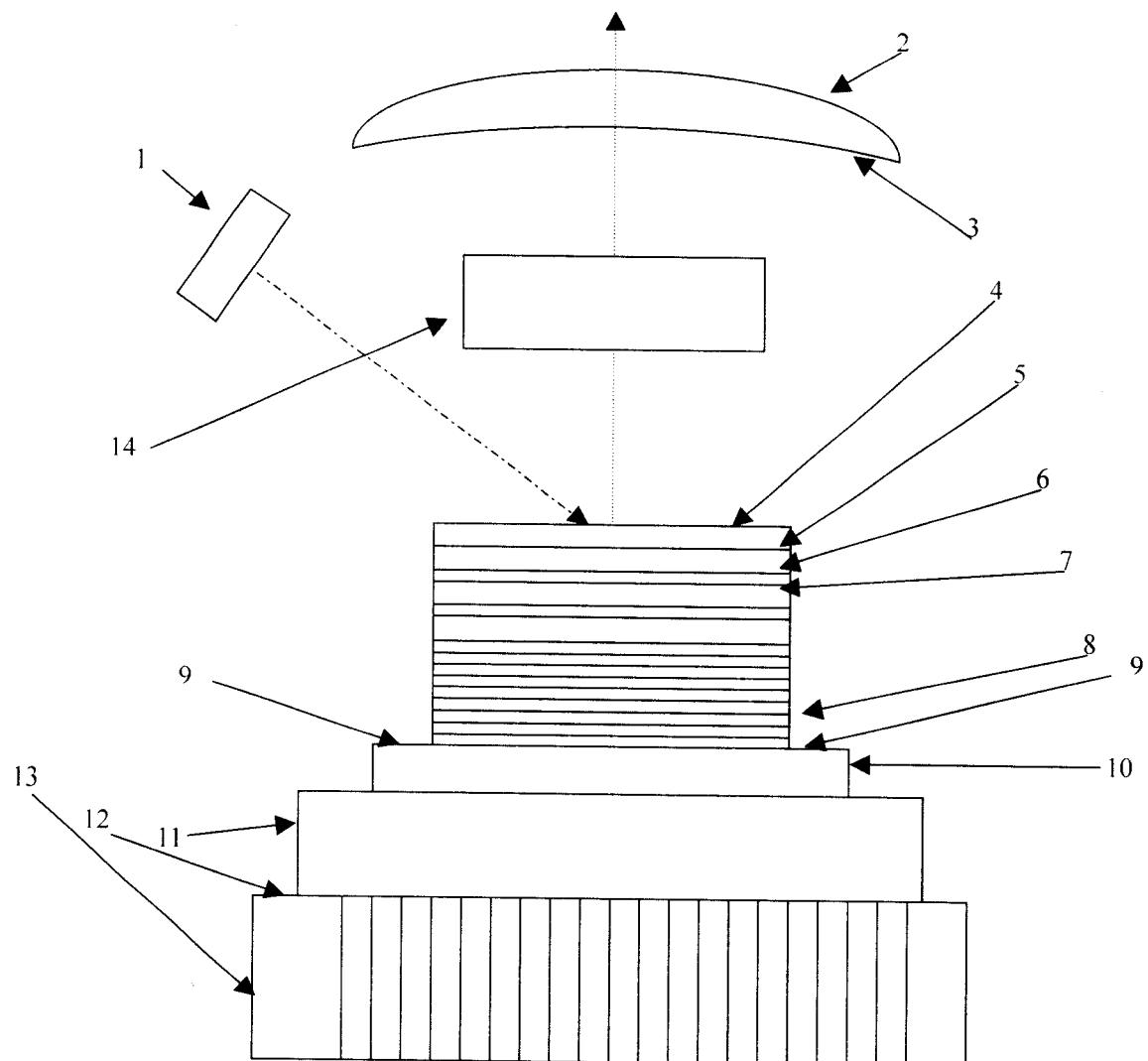


图 2