

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01S 5/40 (2006.01)

H01S 5/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720094443.7

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 201113224Y

[22] 申请日 2007.10.11

[21] 申请号 200720094443.7

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130012 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 邓鑫李 王立军 刘云

[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

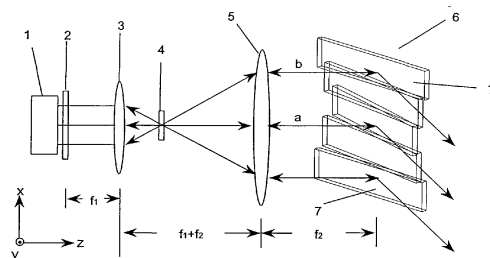
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称

衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵

[57] 摘要

一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵，属于半导体激光器领域。包括：半导体激光线阵，快轴准直镜，透镜，半波片，透镜，衍射光栅列阵，衍射光栅单元。其特征是通过衍射光栅列阵进行外腔反馈，使半导体激光线阵一个或多个发光单元入射到一个衍射光栅单元上，通过调节每个衍射光栅单元，使不同弯曲程度的发光单元经衍射单元后沿原路返回的反馈光中心波长很相近，这样不同弯曲程度的发光单元输出光的中心波长很接近，从而整体光谱线宽减小。本实用新型的优点是光栅面积比较小，便于加工和光路调节，成本比较低，输出功率相应提高。



1、一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵，包括半导体激光器线阵(1)，沿半导体激光线阵激光输出方向依次设有快轴准直镜(2)、小透镜(3)、半波片(4)、大透镜(5)、衍射光栅列阵(6)，小透镜(3)距离快轴准直镜(2)为小透镜(3)的焦距 f_1 ，小透镜(3)和大透镜(5)共焦点放置组成倒置望远系统，大透镜(5)距离衍射光栅列阵(6)为 f_1 ，半波片(4)位于小透镜(3)与大透镜(5)焦点处，其特征是所述的衍射光栅列阵(6)由不同旋转角度衍射光栅单元(7)胶合而成，每个衍射光栅单元(7)均利特罗结构放置，所述的半导体激光线阵(1)的一个或多个发光单元入射到一个衍射光栅单元(7)上，调节每个衍射光栅单元(7)，使光轴和离轴发光单元的光束a、b入射到衍射光栅单元(7)的入射角 θ 、 ϕ 相等或很相近。

2. 根据权利要求1所述的外腔反馈半导体激光器线阵，其特征在于所述的小透镜(3)和大透镜(5)为凸透镜，大透镜(5)是小透镜(3)焦距的3—10倍。

3. 根据权利要求1或2所述的外腔反馈半导体激光器线阵，其特征在于所述的快轴准直镜(2)，小透镜(3)，半波片(4)，大透镜(5)，都镀有工作波长的增透膜，而衍射光栅列阵(6)每个衍射光栅单元(7)均镀有工作波长的增反膜。

衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵

技术领域：

本实用新型属于半导体激光器领域，涉及改善由于半导体激光线阵发光单元弯曲引起的谱线加宽的外腔半导体激光线阵。

背景技术：

激光线阵条与热沉键合的制作过程存在内在热应力，使线阵条中各个发光单元不在一条直线上，发生弯曲。利用整个衍射光栅外腔反馈进行光谱压缩时，如图 1 所示，光轴（z 轴）上发光单元 a 与离轴发光单元 b 不同角度入射到光栅上，衍射光栅为利特罗结构时，导致由原路返回的反馈光中心波长不同，这样轴上和离轴发光单元输出的光谱中心波长不同，而半导体激光线阵整体光谱是每个发光单元光谱的叠加，故整体谱线加宽。通常 $1\ \mu\text{m}$ 的弯曲引起 40GHz 的光谱展宽 [Appl. Opt. 44(15), 3101(2005)]。

CN 1960093A 方案中光栅外腔采用利特曼结构，光栅的一阶衍射光入射到反馈镜上，经反馈镜反射后光束再入射到光栅上，其一阶衍射光沿原路返回激光二极管列阵各个发光单元，从而振荡、放大。光栅的零阶衍射光作为激光输出。方案中反馈镜由多块反射镜组成，通过调节反馈镜角度来减小半导体激光线阵条弯曲引起的线宽变窄。此方案的缺点是，由于采用光栅利特曼结构，光线经反馈镜反射再次入射到光栅时，其一阶衍射光反馈回激光器，而零阶衍射光损失掉了，

故输出功率较低。另外，由于反馈镜的引入，光学元件增多，故光路调节复杂，调节较难。

发明内容：

本实用新型为了克服上述方法的不足，通过衍射光栅列阵进行外腔反馈，使半导体激光线阵一个或多个发光单元入射到一个衍射光栅单元上，通过调节每个衍射光栅单元，使不同弯曲程度的发光单元经衍射单元后沿原路返回的反馈光中心波长很接近，这样不同弯曲程度的发光单元输出光的中心波长很接近，从而整体光谱线宽减小。

本发明的技术解决方案如下：

一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵，包括半导体激光器线阵1，沿半导体激光线阵激光输出方向依次设有快轴准直镜2、小透镜3、半波片4、大透镜5、衍射光栅列阵6，小透镜3距离快轴准直镜2为小透镜3的焦距 f_1 ，小透镜3和大透镜5共焦点放置组成倒置望远系统，大透镜5距离衍射光栅列阵6为 f_1 ，半波片4位于小透镜3与大透镜5焦点处，其特征是所述的衍射光栅列阵6由不同旋转角度衍射光栅单元7胶合而成，每个衍射光栅单元7均利特罗结构放置，所述的半导体激光线阵1的一个或多个发光单元入射到对应的一个衍射光栅单元7上，调节每个衍射光栅单元7，使光轴和离轴发光单元的光束a、b入射到衍射光栅单元7的入射角 θ 、 ϕ 相等或很相近。

所述的小透镜3和大透镜5为凸透镜，大透镜5是小透镜3的3—10倍。

所述的衍射光栅单元7为衍射光栅。

所述的快轴准直镜 2，小透镜 3，半波片 4，大透镜 5，都镀有工作波长的增透膜，而衍射光栅列阵 6 每个衍射光栅单元 7 均镀有工作波长的增反膜。

本发明各部分的位置及连接关系：

半导体激光线阵 1 发出的光经过快轴 (y 方向) 准直镜 2 准直后，快轴方向近似为平行光。快轴准直镜 2 一般为微柱透镜或短焦距 (焦距 1mm 左右) 非球面镜。小透镜 3 与快轴准直镜 2 距离为大透镜 3 的焦距 f_1 ，小透镜 3 与大透镜 5 共焦点放置，组成倒置望远系统，用来压缩慢轴 (x 方向) 发散角。衍射光栅列阵 6 距离大透镜 5 距离为大透镜 5 的焦距 f_2 ，衍射光栅列阵 6 由衍射光栅单元 7 组成。半波片 4 放置在小透镜 3 和大透镜 5 的焦点处，旋转半波片 4 可以改变半导体激光线阵 1 输出激光的偏振方向，由于衍射光栅效率与激光的偏振方向有关，故通过旋转半波片 4 可以调节激光的输出功率。半导体激光线阵 1 的发光单元成像在衍射光栅列阵 6 上，一个或多个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7，衍射光栅单元 7 为利特罗结构，即其零阶衍射光为输出光，一阶衍射光沿原路返回半导体激光线阵 1 的每个发光单元。调节每个衍射光栅单元 7，使轴上和离轴发光单元的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 相等或很相近，即 $\theta \cong \phi$ (如图 3)，这样根据一阶利特罗公式： $2d\sin\theta = \lambda$ 可知，沿原路反馈回轴上和离轴发光单元的中心波长相同或很相近，这样轴上和离轴发光单元输出的光谱中心波长相同或很相近，从而半导体线阵 1 整体光谱线宽减小。每个衍射光栅单元 7 调节好后胶合成衍射光栅列阵

6。

根据半导体激光线阵 1 发光单元的弯曲程度和光谱窄化的程度，可以选择一个或多个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7，不过一个发光单元对应一个衍射光栅单元 7 光谱窄化程度最好，多个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7 时，轴上和离轴发光单元的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 相近。

本发明的技术效果：

其一个优点是，利用整个衍射光栅反馈时，倒置望远系统放大倍率越大，一方面入射到衍射光栅上的慢轴发散角越小，光谱窄化程度越好，一方面入射光束宽增宽光栅分辨率越高，但是倒置望远系统放大倍率越大，需利用大面积光栅，而大面积光栅难以生产且价格昂贵，这是常规方法的一个主要限制因素。本发明恰好解决了这个问题。

本发明通过衍射光栅列阵进行外腔反馈，使半导体激光线阵一个或多个发光单元入射到一个衍射光栅单元上，通过调节每个衍射光栅单元，使不同弯曲程度的发光单元经衍射单元后沿原路返回的反馈光中心波长很接近，这样不同弯曲程度的发光单元输出光的中心波长很接近，从而整体光谱线宽减小。

而且光栅面积比较小，便于加工和光路调节，成本比较低，输出功率相应提高。

附图说明

图 1 为利用整个衍射光栅进行外腔反馈时，光轴（z 轴）上发光单元 a 与离轴发光单元 b 不同角度入射到光栅上的光路图。a 为轴上

发光单元发出的光轴， b 为轴上发光单元发出的光轴， θ 为光束 a 与衍射光栅法线的夹角， ϕ 为光束 b 与衍射光栅法线的夹角。

图 2 为衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵结构示意图。半导体激光线阵 1，快轴准直镜 2，小透镜 3，半波片 4，大透镜 5，6 衍射光栅列阵，7 衍射光栅单元。

此图也是说明书摘要的附图

图 3 为利用衍射光栅列阵进行外腔反馈时，光轴（ z 轴）上发光单元 a 与离轴发光单元 b 不同角度入射到光栅上的光路图。 a 为轴上发光单元发出的光轴， b 为轴上发光单元发出的光轴， θ 为光束 a 与衍射光栅单元法线的夹角， ϕ 为光束 b 与衍射光栅单元法线的夹角。

具体实施方式

下面结合附图 2、3 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：半导体激光线阵 1，快轴准直镜 2，小透镜 3，半波片 4，大透镜 5，衍射光栅列阵 6，衍射光栅单元 7。

实施例具体参数如下：半导体激光线阵 1 长度为 5mm，中心波长为 808nm，具有 5 个发光单元，发出的光经过快轴（ y 方向）准直镜 2 准直后，快轴方向近似为平行光。快轴准直镜 2 为微柱透镜。小透镜 3 焦距为 $f_1=20\text{mm}$ ，口径 $D_1=10\text{mm}$ ，大透镜 5 焦距 $f_2=100\text{mm}$ ，口径 $D_2=40\text{mm}$ ，小透镜 3 与快轴准直镜 2 距离为 20mm，小透镜 3 与大透镜 5 共焦点放置，组成倒置望远系统，用来压缩慢轴（ x 方向）发散角，由于倒置望远系统放大倍率为 5，故慢轴发散角倍压缩了 5 倍。衍射光栅列阵 6 距离大透镜 5 距离为 100mm，衍射光栅列阵 6

由衍射光栅单元 7 组成。半波片 4 放置在小透镜 3 和大透镜 5 的焦点处，旋转半波片 4 可以调节激光的输出功率。半导体激光线阵 1 的发光单元成像在衍射光栅列阵 6 上，由于倒置望远系统放大倍率为 5，故像长度为 25mm，1 个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7，衍射光栅单元 7 为利特罗结构，即其零阶衍射光为输出光，一阶衍射光沿原路返回半导体激光线阵 1 的每个发光单元。调节每个衍射光栅单元 7，使光轴和离轴发光单元的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 相等，即 $\theta = \phi$ ，这样根据一阶利特罗公式： $2d\sin\theta = \lambda$ 可知，沿原路反馈回光轴和离轴发光单元的中心波长相等，这样轴上和离轴发光单元输出的光谱中心波长相同，从而半导体线阵 1 整体光谱线宽减小。每个衍射光栅单元 7 调节好后胶合成衍射光栅列阵 6。

快轴准直镜 2，小透镜 3，半波片 4，大透镜 5，都镀有工作波长 808nm 的增透膜，而衍射光栅列阵 6 每个衍射光栅单元 7 均镀有 808nm 的增反膜。大透镜 5 是小透镜 3 焦距的 3—10 倍；

此实施例也包含半导体激光线阵 1 由更多发光单元组成，多个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7 的情况。可根据半导体激光线阵 1 发光单元的弯曲程度和光谱窄化的程度，选择一个或多个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7。当多个发光单元的像对应一个衍射光栅单元 7 时，使光轴和离轴发光单元的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 很相近。

