

[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] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710056186.2

[43] 公开日 2008年3月12日

[11] 公开号 CN 101141051A

[22] 申请日 2007.10.18

[21] 申请号 200710056186.2

[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 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

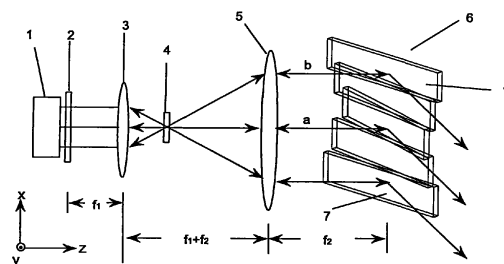
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

[54] 发明名称

衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵及其制备方法

[57] 摘要

一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵及其制备方法，属于半导体激光器领域。包括：半导体激光线阵，快轴准直镜，小透镜，半波片，大透镜，衍射光栅列阵。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数个发光单元入射到对应的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光栅单元后沿原路返回的反馈光中心波长相等或很相近，这样不同弯曲程度的发光单元输出光的中心波长相等或很接近，从而整体光谱线宽减小。本发明的优点是使用数个小面积光栅，成本比较低，便于加工，且光路调节简单，输出功率高。



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（1）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）与快轴准直镜（2）的距离为小透镜（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）与衍射光栅列阵（6）的距离为大透镜（5）的焦距 f_2 ，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）的一个或数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。

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。

4、一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵的制备方法，其特征

是具体方法如下：

第一步、先将半导体激光线阵（1）发出的光经过快轴准直镜（2）准直，使快轴方向（y 方向）光束近似为平行光；

第二步、小透镜（3）与快轴准直镜（2）的距离为小透镜（3）的焦距 f_1 ，大透镜（5）与衍射光栅列阵（6）的距离为大透镜（5）的焦距 f_2 ，小透镜（3）与大透镜（5）共焦点放置，组成倒置望远系统，用来压缩慢轴方向（x 方向）发散角；

第三步、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）调节激光的输出功率；

第四步、半导体激光线阵（1）的发光单元成像在衍射光栅列阵（6）上，1 个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元（7），衍射光栅列阵（6）由衍射光栅单元（7）组成，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），使光轴上和离轴发光单元发出的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 相等，这样根据一阶利特罗公式： $2d\sin\theta = \lambda$ 可知，沿原路反馈回的光轴上和离轴发光单元的中心波长相等，这样光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）；

第五步、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，选择数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元

(7), 当数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元(7)时, 使光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 很相近。

5、按照权利要求 4 所上述的一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵的制备方法, 其特征在于所述数个发光单元为 2—20 个。

衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵及其制备方法

技术领域：

本发明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。US 6,584,133 中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）上发光单元发出的光束 a 与离轴发光单元发出的光束 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，这样光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，光栅的零阶衍射光作为激光输出，光栅的一阶衍射光入射到反射镜上，经反射镜反射后沿原路返回再次入射到光栅上进行第二次衍射，其中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，零级衍射光损失掉了。方案中反射镜由前后错开的有部分重叠的多块小面积的各自反射角度可调的高反镜组成，通过调节反射镜角度来减小半导体

激光线阵条弯曲引起的线宽加宽。此方案的缺点是，由于采用光栅利特曼结构，光线经反射镜反射再次入射到光栅进行第二次衍射时，零阶衍射光损失了，故输出功率较低。另外，由于反射镜的引入，光学元件增多，故光路调节复杂，调节较难。

发明内容：

本发明要解决的问题在于克服上述方法的不足，提供一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵及其制备方法，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数个发光单元入射到对应的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1的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与快轴准直镜2的距离为小透镜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与衍射光栅列阵6的距离为大透镜5的焦距 f_2 ，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的一个或数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 焦距是小透镜 3 焦距的 3—10 倍。

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。

本发明的工作过程：

半导体激光线阵 1 发出的光经过快轴准直镜 2 准直后，快轴方向（y 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 的距离为小透镜 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，用来压缩慢轴方向（x 方向）的发散角。衍射光栅列阵 6 与大透镜 5 的距离为大透镜 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 放置在透镜 3 和透镜 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 可以调节输出激光的功率。半导体激光线阵 1 的发光单元成像在衍射光栅列阵 6 上，一个或数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元 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，使光轴上和离轴发光单元发出的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 相等

或很相近（如图3），这样根据一阶利特罗公式： $2d\sin\theta = \lambda$ 可知，沿原路反馈回的光轴上和离轴发光单元的中心波长相同或很相近，这样光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。

一种衍射光栅列阵外腔半导体激光线阵及其制备方法，其特征是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，可以选择一个或数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元7，不过一个发光单元对应相应的一个衍射光栅单元7时，光谱窄化程度最好，数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元7时，使光轴上和离轴发光单元发出的光束a、b入射到衍射光栅单元7的入射角 θ 、 ϕ 很相近。

本发明的技术效果：

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数个发光单元入射到对应的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，从而使整体光谱线宽减小。

另一个优点是，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，另一方面由于入射光束的增宽，光栅分辨率提高，这样大大的提高光谱窄化的程度，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。使用数个小面积光栅，便于加工，成本比较低，且光路调节简单，输出功率较高。

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）上发光单元与离轴发光单元以不同角度入射到光栅上的光路图。a 为光轴上发光单元发出的光束，b 为离轴发光单元发出的光束， 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的结构示意图。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，衍射光栅列阵 6，衍射光栅单元 7。 f_1 为小透镜 3 的焦距， f_2 为大透镜 5 的焦距。

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）上发光单元与离轴发光单元以不同角度入射到光栅上的光路图。a 为光轴上发光单元发出的光束，b 为离轴发光单元发出的光束， 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，其中 θ 与 ϕ 相等或很相近。

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：1 半导体激光线阵，2 快轴准直镜，3 小透镜 3，4 半波片，5 大透镜 5，6 衍射光栅列阵，7 衍射光栅单

元。

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，发出的光经过快轴准直镜 2 准直后，快轴方向（y 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相应的一个衍射光栅单元 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，使光轴上和离轴发光单元发出的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 相等，这样根据一阶利特罗公式： $2d\sin\theta = \lambda$ 可知，沿原路反馈回光轴上和离轴发光单元的中心波长相等，这样光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，数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元 7 的情况。当数个发光单元的像对应相应的一个衍射光栅单元 7 时，需使光轴和离轴发光单元发出的光束 a、b 入射到衍射光栅单元 7 的入射角 θ 、 ϕ 很相近。

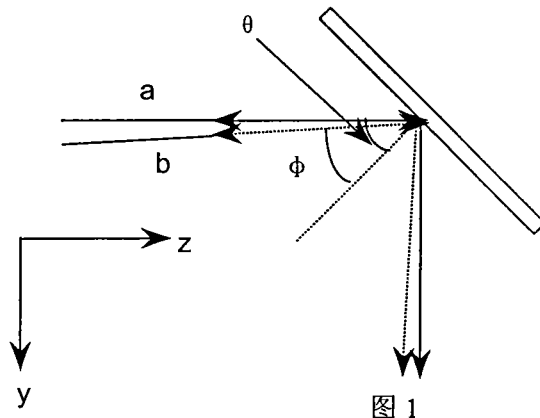


图 1

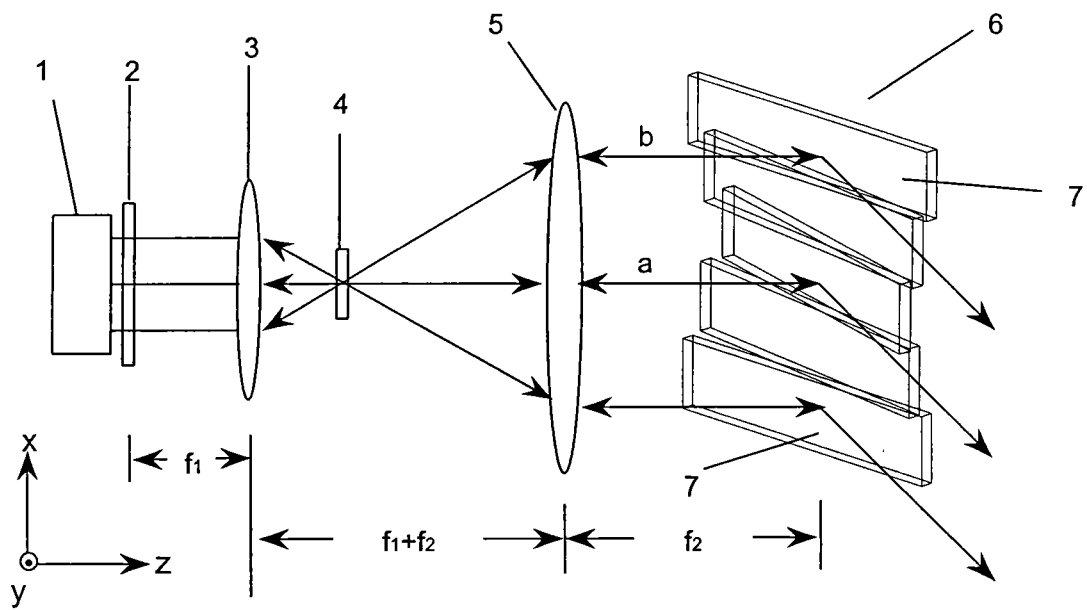


图 2

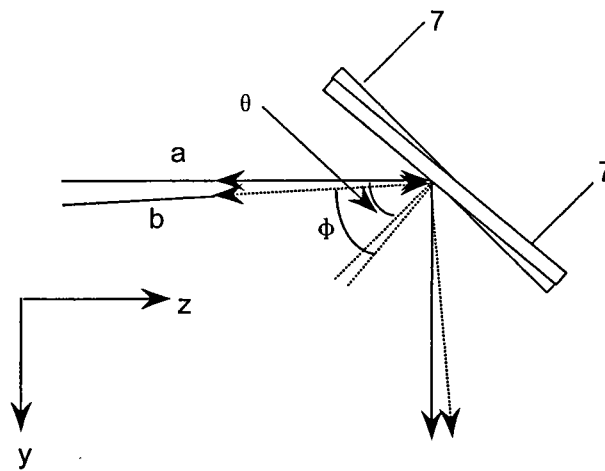


图 3