

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 27/09 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910067301.5

[43] 公开日 2009 年 12 月 23 日

[11] 公开号 CN 101609212A

[22] 申请日 2009.7.21

[21] 申请号 200910067301.5

[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 3888 号

[72] 发明人 彭航宇 顾媛媛 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

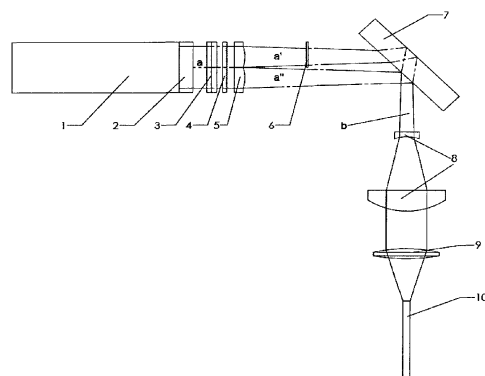
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

对半导体激光器出射光束的整形方法

[57] 摘要

本发明涉及为提高半导体激光器光束质量而提出的一种对半导体激光器出射光束的整形方法，包括以下步骤：在对半导体激光叠阵上的每个 BAR 条的出射光束进行快轴准直后，再对每个 BAR 条的每个发光单元的出射光分别进行慢轴准直，并将准直后的光束分割成相等的两部分光束；上述中的一束输出光束通过一半波片将其偏振方向旋转 90° ，使两光束的偏振方向相互垂直；上述两光束通过一前表面镀有偏振分光膜的偏振分光平板合成一束光束；合成后光束经再次进行准直后聚焦到传能光纤中。该方法可提高半导体激光器出射光束质量和功率，整形元件数量少，简化了光束整形的装置结构、装调容易，且不受半导体激光叠阵 BAR 条数量及出射波长的影响。



1. 一种对半导体激光器出射光束的整形方法，其特征在于包括以下步骤：

a. 从半导体激光叠阵上的每个 BAR 条的出射光束（a）在进行快轴准直后，再对激光叠阵上的每个 BAR 条的每个发光单元的出射光分别进行慢轴准直，并将准直后的光束分割成相等的两部分光束（a'与 a''）；

b. 上述中的一束输出光束（a'）通过一半波片将其偏振方向旋转 90°，使所述的两光束（a'与 a''）的偏振方向相互垂直；

c. 上述偏振方向相互垂直的两光束（a'与 a''）沿 45°角入射到一个前表面镀有偏振分光膜的偏振分光平板，其中的一束光束（a'）透过偏振分光膜、经偏振分光平板的后表面全反射后，与在偏振分光平板前表面发生反射的另一束光束（a''）重合为一束光束（b）；

d. 上述的合成光束（b）经过一组倒置的望远系统再次进行准直，使慢轴方向的发散角与快轴方向的发散角近似相等，再通过一聚焦透镜聚焦到传能光纤中。

2. 根据权利要求 1 所述的对半导体激光器出射光束的整形方法，其特征在于，步骤 a 所述的对 BAR 条的每个发光单元出射光的分别慢轴准直是通过与 BAR 条的每个发光单元一一对应、且口径等于发光单元周期的慢轴准直透镜阵列（4）实现的，所述准直后的光束分割是通过两个口径等于输出光束（a）在慢轴方向尺寸一半的聚焦凸柱透镜阵列（5）实现的。

对半导体激光器出射光束的整形方法

技术领域

本发明涉及为提高半导体激光器光束质量而对半导体激光叠阵发出的光束进行整形耦合的方法。

背景技术

半导体激光器由于体积小、重量轻、电光转换效率高、寿命长等优点，在工业加工领域得到广泛的应用，同时对半导体激光器光束质量的要求越来越高。但是由于半导体激光器自身结构的限制，其光束质量较差。目前使用的半导体激光器的发光单元尺寸在水平方向和垂直方向分别为 $50\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 和 $0.5\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ ，垂直方向即快轴方向的发散角为 $30\sim 60$ 度，水平方向即慢轴方向的发散角为 5 度 ~ 10 度。由这些发光单元水平排列形成半导体激光 BAR 条，长度为 10mm ，包含发光单元的个数为 $5\sim 49$ 个。经过快轴准直和慢轴准直之后，快轴方向的光参数积（光参数积即光束的束腰半径与远场发散角乘积的一半）变为 $1\text{mm mrad}\sim 2\text{mm mrad}$ ，慢轴方向的光参数积为 $30\text{mm mrad}\sim 200\text{mm mrad}$ 。由多个半导体激光 BAR 条在快轴方向堆叠就得到半导体激光叠阵，半导体激光叠阵快轴方向的光参数积与半导体激光 BAR 条的个数有关，慢轴方向的光参数积与半导体激光 BAR 条的光参数积相等。半导体激光叠阵慢轴方向的光参数积与快轴方向的光参数积相差几倍到几十倍。由于半导体激光叠阵慢轴方向的光参数积较大，因此很难直接聚焦进光纤，必须通过光束整形方法，提高慢轴方向的光束质量。

Paul Grenier 等人采用的反射型整形方法（“Apparatus for reshaping an optical beam bundle”；Patent US 6870682）利用两组棱镜的反射对光束进行分

割、平移、重排。这两组棱镜需要加工成特定的形状，并且需要放置在特定的位置，系统非常复杂，加工难度比较大。

Biesenbach J等人采用的折射型整形方法（“Einrichtung zur Strahlformung eines Laserstrahls und Hochleistungs-Diodenlasers mit einer solchen Einrichtung“. Patent DE 19846532C1.）利用两组棱镜的折射对光束进行分割、平移、重排。半导体激光叠阵出射的激光束经过第一组棱镜的折射，在慢轴方向被分割成 n 份，并且使每份激光束在快轴方向产生不同的位移量，之后经过第二组平板使每份激光束在慢轴方向产生一定的平移量，对激光束进行重排，结果出射的激光束的光参数积在慢轴方向减小了 $1/n$ 倍，而在快轴方向增加了 n 倍，达到整形的目的。这种整形方法限制了半导体激光叠阵中半导体激光BAR条的使用数量，从而限制了半导体激光叠阵的最大输出功率。

Laserline 公司采用的折射型整形方法（“Laser optics and diode laser” Patent WO/2001/069304）利用两组平板玻璃光束进行分割、平移、重排。半导体激光叠阵出射的激光束经过第一组平板的折射，在慢轴方向被分割成 n 份，并且使每份激光束在快轴方向产生不同的位移量，之后经过第二组平板使每份激光束在慢轴方向产生一定的平移量，对激光束进行重排，结果出射的激光束的光参数积在慢轴方向减小了 $1/n$ 倍，而在快轴方向保持不变，达到整形的目的。但是这种方法平板玻璃的加工难度大，对每片平板玻璃的放置的角度和位置都有一定的要求，调整难度较高。

发明内容

本发明的目的在于克服上述目前已有技术的缺陷，提供一种改进的对半导体激光器出射光束的整形方法，该方法克服了目前惯用整形方法存在的技术缺陷，使其实现光束整形装置结构更为简捷、更能有效的提高其半导体激光器的光束质量。

本发明对半导体激光器出射光束的整形方法，其特征在于包括以下步骤：

- a. 从半导体激光叠阵上的每个 BAR 条的出射光束在进行快轴准直后，再对激光叠阵上的每个 BAR 条的每个发光单元的出射光分别进行慢轴准直，并将准直后的光束分割成相等的两部分光束；
- b. 上述中的一束输出光束通过一半波片将其偏振方向旋转 90° ，使所述的两光束的偏振方向相互垂直；
- c. 上述偏振方向相互垂直的两光束沿 45° 角入射到一个前表面镀有偏振分光膜的偏振分光平板，其中的一束光束透过偏振分光膜、经偏振分光平板的后表面全反射后，与在偏振分光平板前表面发生反射的另一束光束重合为一束光束；
- d. 上述的合成光束经过一组倒置的望远系统再次进行准直，使慢轴方向的发散角与快轴方向的发散角近似相等，再通过一聚焦透镜聚焦到传能光纤中。

步骤a所述的对BAR条的每个发光单元出射光的分别慢轴准直是通过与BAR条的每个发光单元一一对应、且口径等于发光单元周期的慢轴准直透镜阵列实现的，所述准直后的光束分割是通过两个口径等于输出光束在慢轴方向尺寸一半的聚焦凸柱透镜阵列实现的。

本发明光束整形方法可大大提高半导体激光器出射光束质量和功率，该方法光束整形元件数量少，简化了光束整形的装置结构、装调容易，且不受半导体激光叠阵BAR条数量及出射波长的影响。

附图说明

图1 是本发明半导体激光器出射光束整形方法示意图；

图2 是图1中所示的慢轴准直透镜阵列4和聚焦凸柱透镜阵列5的结构示意图。

具体实施方式

以下结合附图给出的实施例对本发明作进一步详细说明。

参照图 1, 本实施例演示了通过本发明方法设计的一个对由 10 个 BAR 条组成的半导体激光叠阵的光束整形过程, 最后聚焦到芯径为 800 μm 、数值孔径为 0.22 的传能光纤中。其整形过程如下:

a、半导体激光叠阵 1 由 10 个 BAR 条 2 组成, 出射光为 TE 模, BAR 条 2 有 19 个发光单元, 每个发光单元的宽度为 100 μm , 周期为 500 μm , 整个 BAR 条 2 的发光区面积为 10mm $\times$ 0.001mm, BAR 条 2 的出射光束 a 经过快轴准直镜 3 进行快轴准直后, 再通过一与 BAR 条的每个发光单元一一对应的口径等于发光单元周期的慢轴准直透镜阵列 4 (如图 2 所示) 进行慢轴准直, 准直之后快轴方向的发散角为 3mrad, 慢轴方向的尺寸大约为 10mm, 慢轴方向的发散角为 60mrad, 相应的慢轴方向的光参数积为 150mm mrad; 再将准直后的光束通过两个口径等于输出光束在慢轴方向尺寸一半的聚焦凸柱透镜阵列 5 (如图 2 所示) 分割成相等的两部分光束 a' 与 a'';

b、上述中的一束输出光束 a' 通过一半波片将其偏振方向旋转 90° (变成 TM 模), 使所述的两光束 a' 与 a'' 的偏振方向相互垂直;

c、上述偏振方向相互垂直的两光束 a' 与 a'' 沿 45° 角入射到一个前表面镀有偏振分光膜的偏振分光平板 7, 偏振分光平板 7 的厚度为 $5/\sqrt{2}$ mm, 偏振分光平板 7 前表面的偏振分光膜对 TM 模有高透过率, 对 TE 模有高反射率, 其中的一束光束 a' 透过偏振分光膜、经偏振分光平板 7 的后表面全反射后, 与在偏振分光平板 7 前表面发生反射的另一束光束 a'' 重合为一束光束 b; 光束 b 沿慢轴方向的光参数积为 75mm mrad, 光束 b 的光束质量相对光束 a 的光束质量提高了一倍;

d、上述的合成光束 b 经过一组倒置的伽利略望远系统对光束 b 再次进行扩束、准直, 使慢轴方向的发散角减小到 3mrad, 再通过一聚焦透镜 9 将光束 b 聚焦到芯径为 800 μm 的传能光纤 10 中。

为简化整形系统装置, 可将上述所述的慢轴准直透镜阵列 4 和聚焦凸柱

透镜阵列 5 制成一复合透镜，即，在该复合透镜的前表面上设有与 BAR 条的每个发光单元一一对应的口径等于发光单元周期的慢轴准直透镜阵列，在其后表面上设有两个口径等于慢轴方向输出光束尺寸一半的聚焦凸柱透镜。

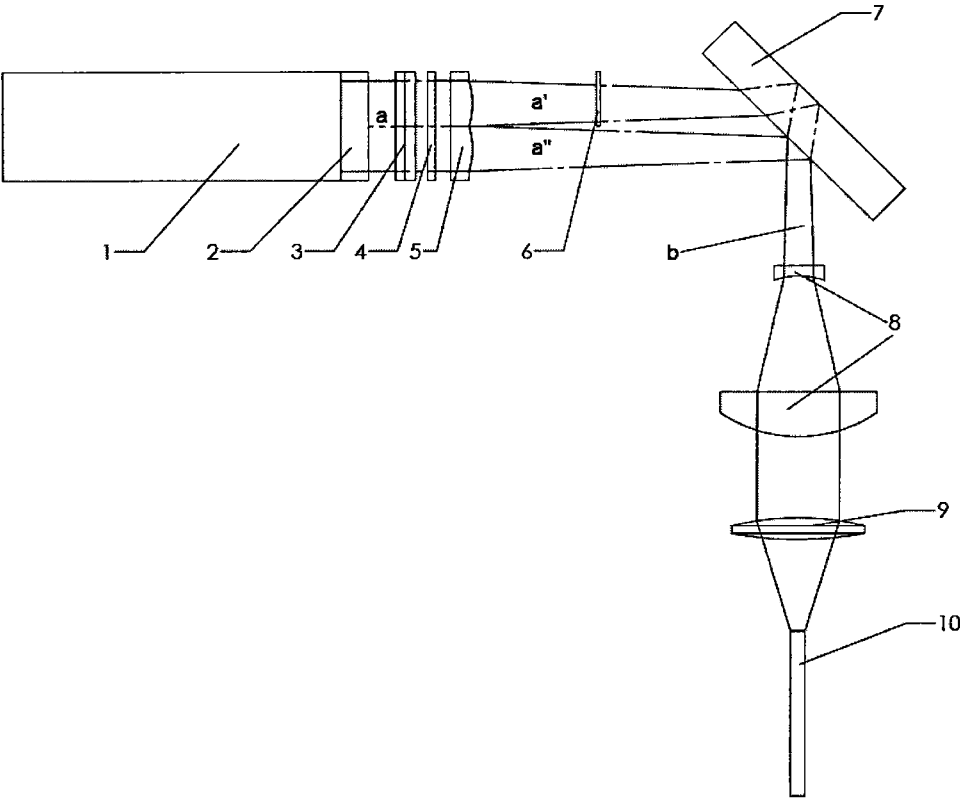


图 1

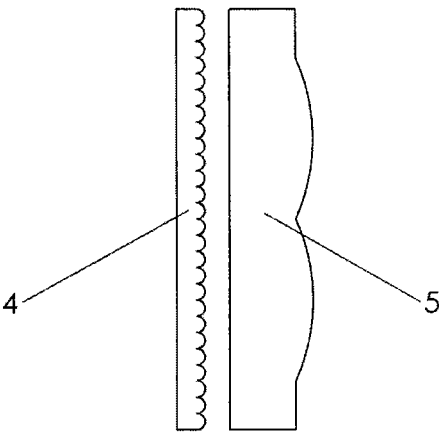


图 2