

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01S 5/40 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810051210.8

[43] 公开日 2009 年 2 月 18 日

[11] 公开号 CN 101369716A

[22] 申请日 2008.9.25

[21] 申请号 200810051210.8

[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 顾媛媛 彭航宇 王立军 单肖楠
刘 云 王祥鹏

[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

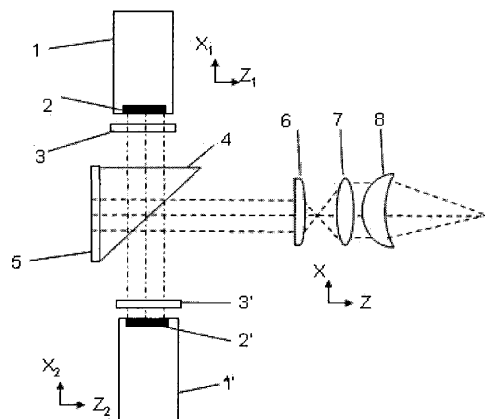
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

大功率光束耦合半导体激光器

[57] 摘要

本发明涉及大功率半导体激光器，特别是一种大功率光束耦合半导体激光器，包括同一波长相同偏振态的两个半导体激光器、扩束聚焦器件，所述的两个半导体激光器在同一光轴上相对放置，在两半导体激光器间的光路上设置一其斜面上镀有偏振膜的直角偏振耦合棱镜，在该直角偏振耦合棱镜的一侧直角面上贴置一四分之一波片，一个激光器的出射光束经直角偏振耦合棱镜反射后传输至扩束聚焦器件，另一个激光器的出射光束通过四分之一波片的反射实现偏振方向的 90 度旋转后与前述的反射光束耦合成一束传输。将此四分之一波片与直角偏振耦合棱镜贴放降低了器件调节难度，并且提高了耦合效率，在不改变光束质量的条件下，将输出功率和亮度提高为原来的 2 倍。



1. 一种大功率光束耦合半导体激光器，包括同一波长相同偏振态的两个半导体激光器（1、1'）、扩束聚焦器件，其特征在于：所述的两个半导体激光器（1、1'）在同一光轴上相对放置，在两半导体激光器（1、1'）间的光路上设置一其斜面上镀有偏振膜的直角偏振耦合棱镜（4），在该直角偏振耦合棱镜（4）的一侧直角面上贴置一与半导体激光器发射波长相对应的四分之一波片（5），该四分之一波片（5）的外端面上镀有高反射膜，一个激光器（1'）的出射光束经该直角偏振耦合棱镜（4）的斜面反射使传输方向旋转 90 度后传输至扩束聚焦器件，另一个激光器（1）的出射光束通过该直角偏振耦合棱镜（4）的另一侧直角面后经斜面内反射至所述的四分之一波片（5），再经过该四分之一波片（5）的反射实现偏振方向的 90 度旋转后，透射过该直角偏振耦合棱镜 4 的斜面与前述的反射光束耦合成一束传输至扩束聚焦器件。

2. 根据权利要求1所述的大功率光束耦合半导体激光器，其特征在于所述的扩束聚焦器件由沿耦合后光束传输方向依次设置的柱透镜（6）、球透镜（7）、弯月透镜（8）组成。

3. 根据权利要求1所述的大功率光束耦合半导体激光器，其特征在于，所述的四分之一波片（5）与直角偏振耦合棱镜（4）相贴的内端面上还镀有高透射膜。

4. 根据权利要求1所述的大功率光束耦合半导体激光器，其特征在于，在所述的两个半导体激光器（1、1'）的出射端还分别设有快轴准直镜（3、3'），以降低快轴发散角。

5. 根据权利要求4所述的大功率光束耦合半导体激光器，其特征在于所述的快轴准直镜（3、3'）采用柱透镜、半柱透镜或渐变折射率透镜。

6. 根据权利要求 1 所述的大功率光束耦合半导体激光器, 其特征在于, 所述的两个半导体激光器 (1、1') 在垂直于半导体激光列阵 P-n 结平面的快轴 (y) 方向上的位置差为半导体激光列阵间距 d 的 $1/2$ 。

大功率光束耦合半导体激光器

技术领域

本发明涉及大功率半导体激光器，特别是一种通过对两路半导体激光光源的光束耦合以实现的大功率激光器。

背景技术

相对于其它类型的激光器，半导体激光器（LD）具有体积小、重量轻、效率高、寿命长、可以直接电流调制等优点，因此在工业、军事、核能、通信等众多领域被广泛的应用，同时对半导体激光器输出功率和亮度的要求也越来越高。通过将半导体激光发光单元集成为一维线阵（LD Bar）和堆叠多个 LD Bar 的二维面阵（LD Stack），可以有效地提高半导体激光器的输出功率，但是由于受到散热的限制，二维面阵不可以对 LD Bar 无限制的堆叠，国际上可以做到 25 个 Bar 的叠层，连续输出功率 2500w，这样的功率仍然不能满足工业对金属切割、焊接等加工的需要。这就要求采用适当的光束耦合方法，将多个半导体激光列阵的光束耦合到同一光学路径，以提高输出功率和亮度。采用偏振耦合技术将光束进行耦合并且最终耦合进光纤输出。由于半导体激光列阵是高度的线偏振光，偏振耦合棱镜能够将两半导体激光列阵光束耦合输出再经光束整形装置将光束耦合至光纤输出。

图4是一种靠半波片实现将其中一束半导体激光的偏振方向旋转90°以获得与半导体激光列阵不同方向的偏振光，然后用立方体偏振耦合棱镜耦合光束以实现输出大功率半导体激光，现在国际上有偏振耦合技术（H J Baker, J F Monjardin, P Kneip, D R Hall, 1.8kW diode laser system for fibre-delivery using brightness-enhanced diode stacks and a novel final beam-shaper[J]. SPIE Proc,

2008, Vol.6876), 如图4所示该装置是将同一波长相同偏振态的两半导体激光器21、22 成 90° 放置, 其中一个半导体激光42经过半波片43将其偏振方向旋转 90° , 使之与另一个半导体激光器41偏振方向垂直, 然后用立方体偏振耦合棱镜44与半导体激光41进行耦合成一束输出, 再经过平凸柱面镜25、26、27、29、反射镜28及平凹柱面镜30、31的组合, 被会聚到光纤32的输入端面上, 经光纤32输出。这种结构可以实现合束, 缺点是: (1) 两激光器垂直成 90° 放置, 调节复杂; (2) 采用立方体偏振耦合棱镜, 中间胶合面在长时间高功率使用中使胶熔化, 使效率降低; (3) 由于半导体激光器本身发散角较大未经过准直而直接放置半波片旋转偏振方向效率降低。(4) 立方体偏振耦合棱镜与半波片之间的距离大, 耦合效率低, 不易调节。(5) 采用立方体偏振耦合棱镜作为耦合, 价格昂贵。

发明内容

本发明的目的是提供一种结构简单、元件容易加工的大功率光束耦合半导体激光器, 以克服上述目前已有技术的缺陷, 实现更高的功率和亮度输出。

本发明大功率光束耦合半导体激光器, 包括同一波长相同偏振态的两个半导体激光器、扩束聚焦器件, 所述的两个半导体激光器在同一光轴上相对放置, 在两半导体激光器间的光路上设置一其斜面上镀有偏振膜的直角偏振耦合棱镜, 在该直角偏振耦合棱镜的一侧直角面上贴置一四分之一波片, 该四分之一波片的外端面上镀有高反射膜; 一个激光器的出射光束经该直角偏振耦合棱镜的斜面反射使传输方向旋转 90° 后传输至扩束聚焦器件, 另一个激光器的出射光束通过该直角偏振耦合棱镜的另一侧直角面后经斜面内反射至所述的四分之一波片, 再经过该四分之一波片的反射实现偏振方向的 90° 度旋转后, 透射过该直角偏振耦合棱镜的斜面与前述的反射光束耦合成一束传输至扩束聚焦器件。

在所述的两个半导体激光器的出射端还分别设有快轴准直镜, 以降低快

轴发散角。

所述的两个半导体激光器在垂直于半导体激光列阵 P-n 结平面的快轴（y 轴）方向上的位置差为半导体激光列阵间距 d 的 $1/2$ 。

本发明的特点在于采用四分之一波片使其中一个半导体激光列阵光束的偏振方向旋转 90° 与另一半导体激光列阵的偏振方向相互垂直从而在直角偏振耦合棱镜中耦合输出，实现两光束的耦合，将此四分之一波片与直角偏振耦合棱镜贴放可以降低器件调节难度，并且可以提高耦合效率，采用直角偏振耦合棱镜无需考虑耦合面的损伤阈值，结构紧凑，且在不改变光束质量的条件下，将输出功率和亮度提高为原来的 2 倍，而且由于两个相对放置的半导体激光器在垂直于半导体激光列阵 P-n 结平面的 y 轴方向上的位置差为半导体激光列阵间距 d 的 $1/2$ ，互为填充了半导体激光列阵 LD Bar 间的发光空隙；通过与之匹配的四分之一波片及偏振耦合棱镜来实现合束；最终采用扩束聚焦装置耦合后进入光纤输出，得到更大的输出功率和亮度。

附图说明

图 1 是本发明大功率光束耦合半导体激光器结构示意图；

图 2 是图 1 中所示两半导体激光列阵位置高度关系示意图；

图 3 是两激光光束耦合、聚焦示意图；

图 4 是现有技术以半波片及立方体偏振耦合棱镜的光束耦合实现输出大功率半导体激光的装置示意图。

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，包括同一波长相同偏振态的两个半导体激光器 1、1'、扩束聚焦器件，其特征在于：所述的两个半导体激光器 1、1' 在同一光轴上相对放置，在两半导体激光器 1、1' 间的光路上设置一其斜面上镀有偏振膜的直角偏振耦合棱镜 4，在该直角偏振耦合棱镜 4 的一侧直角面上贴置一四分之一波片 5，

该四分之一波片 5 的外端面上镀有高反射膜，一个激光器 1' 的出射光束经该直角偏振耦合棱镜 4 的斜面反射使传输方向旋转 90 度后传输至扩束聚焦器件，另一个激光器 1 的出射光束通过该直角偏振耦合棱镜 4 的另一侧直角面后经斜面内反射至所述的四分之一波片 5，再经过四分之一波片 5 的反射实现偏振方向的 90 度旋转后，透射过该直角偏振耦合棱镜 4 的斜面与前述的反射光束耦合成一束传输至扩束聚焦器件。

所述的扩束聚焦器件由沿耦合后光束传输方向依次设置的柱透镜6、球透镜7、弯月透镜8组成。

所述的四分之一波片5与直角偏振耦合棱镜4相贴的内端面上还镀有高透射膜。

在所述的两个半导体激光器1、1'的出射端还分别设有快轴准直镜3、3'，以降低快轴发散角。

所述的快轴准直镜3、3'采用柱透镜、半柱透镜或渐变折射率透镜。

参照图2，所述的两个半导体激光器1、1'在垂直于半导体激光列阵P-n结平面的快轴（y）方向上的位置差为半导体激光列阵间距d的1/2。使两激光器中每个激光器的光束都处于另一激光器的发光空隙中，更有利于聚焦得到小光斑。

本发明关键的耦合器件是直角耦合棱镜4及四分之一波片5。直角耦合棱镜4是用来将半导体激光器1'的光束反射使传输方向旋转90度输出，而半导体激光1经过直角耦合棱镜4反射-z方向至四分之一波片5，直角耦合棱镜与四分之一波片紧紧贴在一起放置，在四分之一波片5内端镀高透射膜，外端面镀高反射膜，使半导体激光器1反射光在四分之一波片内往返传输两次，从而使光的偏振方向旋转90°，实现了偏振方向的转换。偏转后光束经直角耦合棱镜后发生全透射与半导体激光1'反射光耦合成一束，通过扩束聚焦后进入光纤输出，得到更大的输出功率和亮度。

对于半导体激光器，我们普遍规定垂直于 P-n 结平面方向为快轴 y 方向，平行于 P-n 结平面方向为慢轴光束传播方向为 z 轴，如图 1 所示两激光器的 x_1 、 z_1 、 x_2 、 z_2 轴方向，合束后光束的快慢轴方向对应的 x、z 轴方向，垂直于纸面的方向为 y 轴。

本发明是对于经过快轴准直镜 3、3' 后的两个半导体激光列阵 1、1', 在 x-z 平面内成 180° 放置，如图 2 所示，并使两个激光器在 y 轴方向位置不同，位置的差等于半导体激光列阵中 LD Bar 2 的间距 d 的一半，而 LD Bar 在快轴准直后的光束尺寸小于 $d/2$ ，这样两激光器中每个激光器的光束都处于另一激光器的发光空隙中。

如图 3 所示光束耦合前后的光束形状变化，图中 11、11' 分别为激光器 1、1' 的光斑，12 为合束后的光斑。可以看到合束后的光束慢轴尺寸加宽了，由几何光学知识我们知道，棱镜对光束扩束的同时，光束的发散角也会降低相同的倍数。对慢轴光束的准直有利于聚焦得到小的光斑，可用一柱透镜 6、球透镜 7 和弯月透镜 8 聚焦。

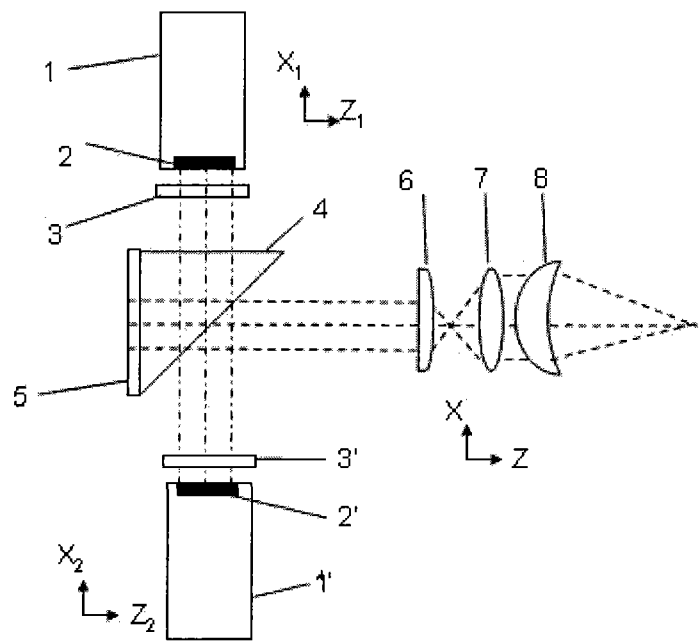


图 1

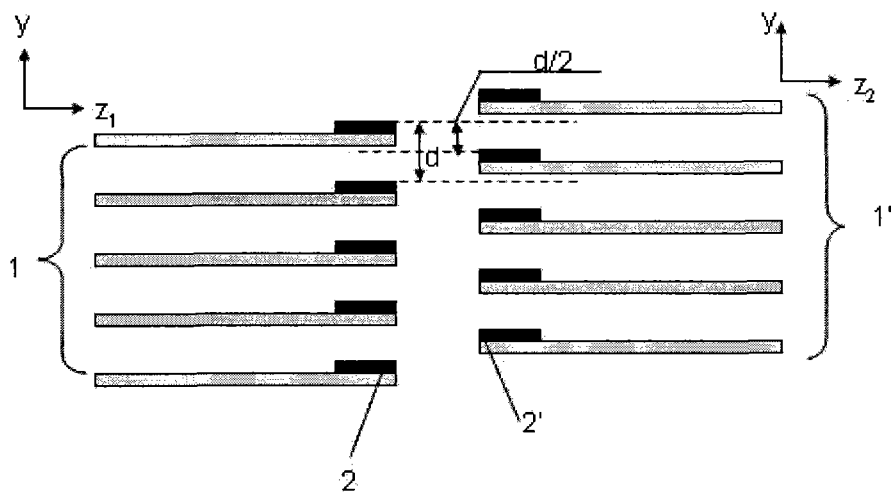


图 2

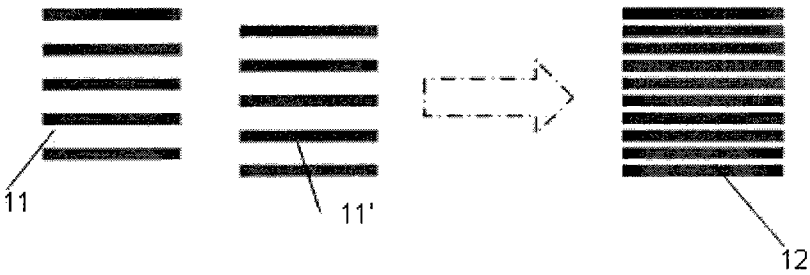


图 3

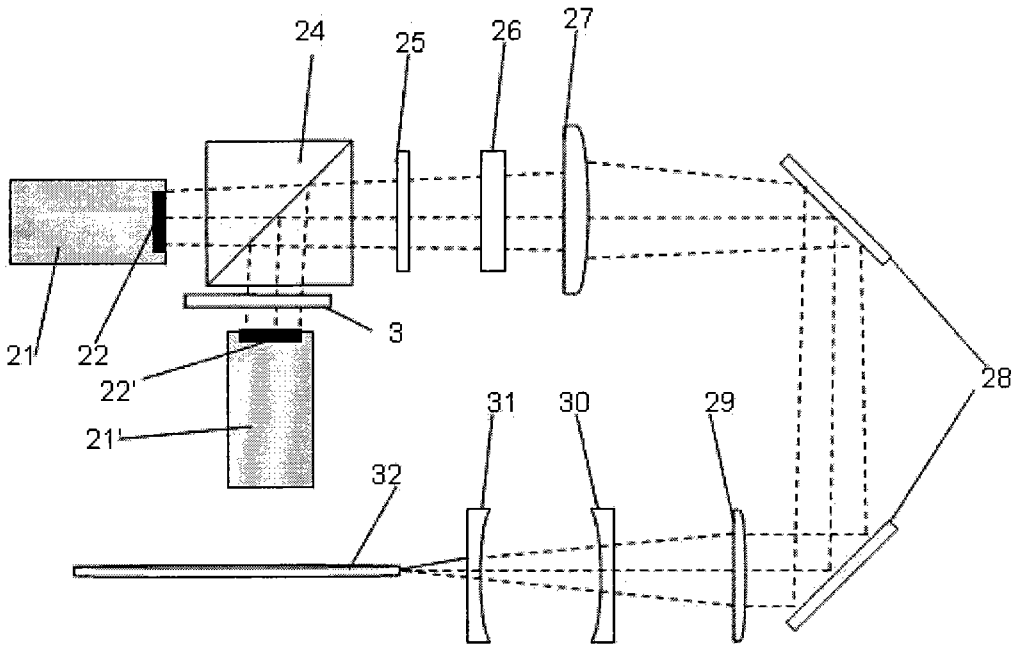


图 4