

[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 200810051211.2

[43] 公开日 2009 年 2 月 18 日

[11] 公开号 CN 101369717A

[22] 申请日 2008.9.25

[21] 申请号 200810051211.2

[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 顾媛媛 彭航宇 单肖楠 王立军
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

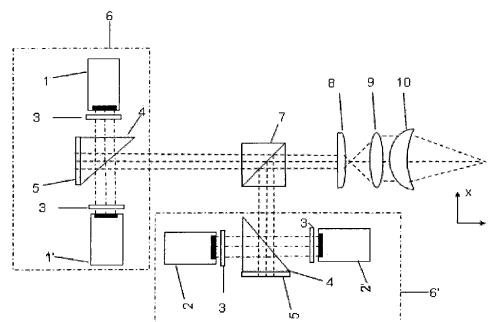
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

多重光束耦合大功率半导体激光装置

[57] 摘要

本发明涉及大功率半导体激光器制备技术，特别是一种多重光束耦合大功率半导体激光装置，包括四个相同偏振态的半导体激光器、波长选择元件、扩束聚焦器件，所述四个相同偏振态的半导体激光器中的两个半导体激光器的波长为 λ_1 ，另两个半导体激光器的波长为 λ_2 ；以所述的四个半导体激光器中波长为 λ_1 的两个半导体激光器为一组、以波长为 λ_2 的两个半导体激光器为另一组，分别通过偏振耦合器件组成两个光束耦合光源；该两个光束耦合光源经所述波长选择元件再次耦合成一束传输至所述扩束聚焦器件后射出。本发明为相关技术领域对超大功率半导体激光器的需求提供了至目前为止最为先进可行的制备技术。



1. 一种多重光束耦合大功率半导体激光装置，包括四个相同偏振态的半导体激光器（1、1'、2、2'）、波长选择元件（7）、扩束聚焦器件，所述四个相同偏振态的半导体激光器中的两个半导体激光器（1、1'）的波长为 λ_1 ，另两个半导体激光器（2、2'）的波长为 λ_2 ，其特征在于：以所述的四个半导体激光器中波长为 λ_1 的两个半导体激光器（1、1'）为一组、以波长为 λ_2 的两个半导体激光器为另一组，分别通过偏振耦合器件组成两个光束耦合光源（6、6'）；该两个光束耦合光源（6、6'）呈互为垂直放置，在两光束耦合光源（6、6'）输出光束的交点处设置所述的波长选择元件（7），所述的一组光束耦合光源（6）出射的光束经波长选择元件（7）全透射传输，另一组光束耦合光源（6'）出射的光束经波长选择元件（7）全反射后与前述的透射光束耦合成一束传输至所述扩束聚焦器件后射出。

2. 根据权利要求1所述的多重光束耦合大功率半导体激光装置，其特征在于，所述的偏振耦合器件是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所述该组两激光器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，另一个激光器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。

3. 根据权利要求1所述的多重光束耦合大功率半导体激光装置，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（8）、球透镜（9）、弯月透镜（10）组成。

4. 根据权利要求2所述的多重光束耦合大功率半导体激光装置，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。

5. 根据权利要求2所述的多重光束耦合大功率半导体激光装置，其特征在于，在所述的每个半导体激光器（1、1'、2、2'）的出射端还分别设有快轴准直镜（3），以降低快轴发散角。

6. 根据权利要求5所述的多重光束耦合大功率半导体激光装置，其特征在于所述的快轴准直镜（3）采用柱透镜、半柱透镜或渐变折射率透镜。

7. 根据权利要求2所述的多重光束耦合大功率半导体激光装置，其特征在于，所述的分别组成两个光束耦合光源（6、6'）中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）方向上的位置差为半导体激光列阵间距 d 的 1/2。

多重光束耦合大功率半导体激光装置

技术领域

本发明涉及大功率半导体激光器制备技术，特别是一种通过对多个半导体激光光源的光束耦合以实现的大功率半导体激光装置。

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3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22经过半波片23将其偏振方向旋转90°, 使之与另一个半导体激光器21偏振方向垂直, 然后用立方体偏振耦合棱镜24与半导体激光241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。

发明内容

本发明的目的是提供一种结构简单、元件容易加工的多重光束耦合大功率半导体激光装置, 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。

本发明多重光束耦合大功率半导体激光装置, 包括四个相同偏振态的半导体激光器、波长选择元件、扩束聚焦器件, 所述四个相同偏振态的半导体激光器中的两个半导体激光器的波长为 λ_1 , 另两个半导体激光器的波长为 λ_2 ; 以所述的四个半导体激光器中波长为 λ_1 的两个半导体激光器为一组、以波长为 λ_2 的两个半导体激光器为另一组, 分别通过偏振耦合器件组成两个光束耦合光源; 该两个光束耦合光源呈互为垂直放置, 在两光束耦合光源输出光束的交点处设置所述的波长选择元件, 所述的一组光束耦合光源出射的光束经波长选择元件全透射传输, 另一组光束耦合光源'出射的光束经波长选择元件全反射后与前述的透射光束耦合成一束传输至所述扩束聚焦器件后射出。

所述的偏振耦合器件是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与所述该组两激光器波长相对应的四分之一波片, 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 度后传输，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。

在所述的每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。

所述的分别组成两个光束耦合光源中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）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两个波长相同、偏振态相同的激光器中的一个半导体激光列阵光束的偏振方向旋转 90 度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，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。以此方式分别组成两个偏振态相同而波长不同的光束耦合光源，再通过波长选择元件将该两个偏振态相同而波长不同的光束耦合光源输出的光束再次耦合，最终采用扩束聚焦装置耦合后进入光纤输出，即得到更大的输出功率和亮度。本发明为相关技术领域对超大功率半导体激光器的需求提供了至目前为止最为先进可行的制备技术。

附图说明

图 1 是本发明多重光束耦合大功率半导体激光装置的结构示意图；

图 2 是是图 1 中所示构成每组光束耦合光源的两个半导体激光列阵位置

高度关系示意图；

图 3 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 1，一种多重光束耦合大功率半导体激光装置，包括四个相同偏振态的半导体激光器 1、1'、2、2'、波长选择元件 7、扩束聚焦器件，所述四个相同偏振态的半导体激光器中的两个半导体激光器 1、1' 的波长为 λ_1 ，另两个半导体激光器 2、2' 的波长为 λ_2 ；以所述的四个半导体激光器中波长为 λ_1 的两个半导体激光器 1、1' 为一组、以波长为 λ_2 的两个半导体激光器为另一组，分别通过偏振耦合器件组成两个光束耦合光源 6、6'；该两个光束耦合光源 6、6' 呈互为垂直放置，在两光束耦合光源 6、6' 输出光束的交点处设置所述的波长选择元件 7，所述的一组光束耦合光源 6 出射的光束经波长选择元件 7 全透射传输，另一组光束耦合光源 6' 出射的光束经波长选择元件 7 全反射后与前述的透射光束耦合成一束传输至所述扩束聚焦器件后射出。

所述的偏振耦合器件是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所述该组两激光器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，另一个激光器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。

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 8、球透镜 9、弯月透镜 10 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。

在所述的每个半导体激光器1、1'、2、2'的出射端还分别设有快轴准直镜3，以降低快轴发散角。

所述的快轴准直镜3可采用柱透镜、半柱透镜或渐变折射率透镜。

参照图2，所述的分别组成两个光束耦合光源6、6'中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)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。

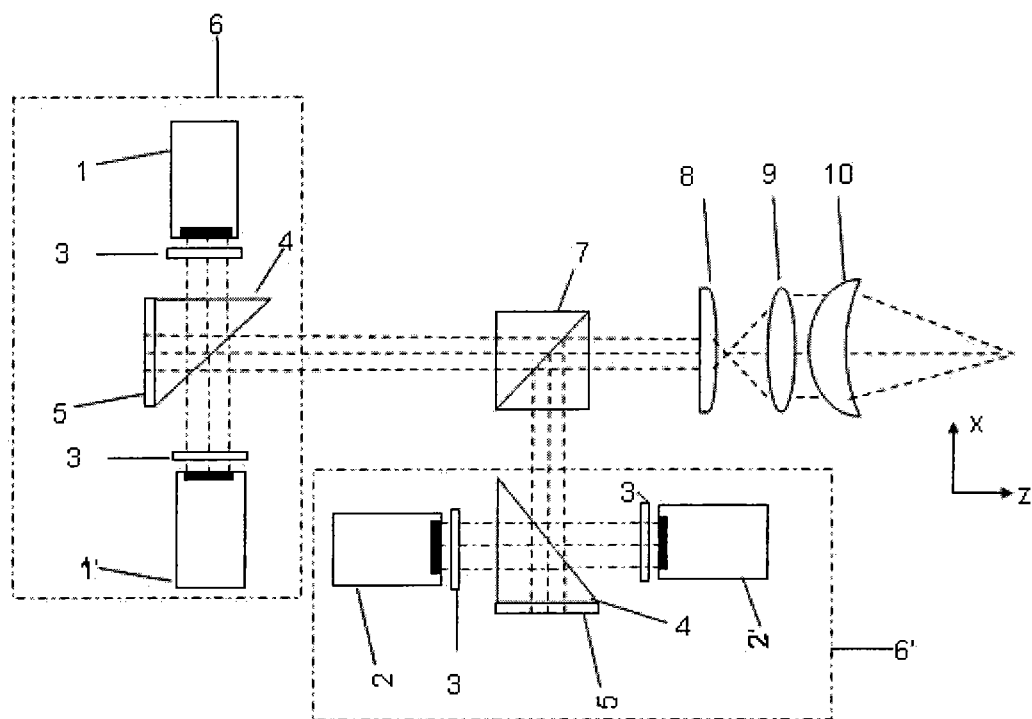


图 1

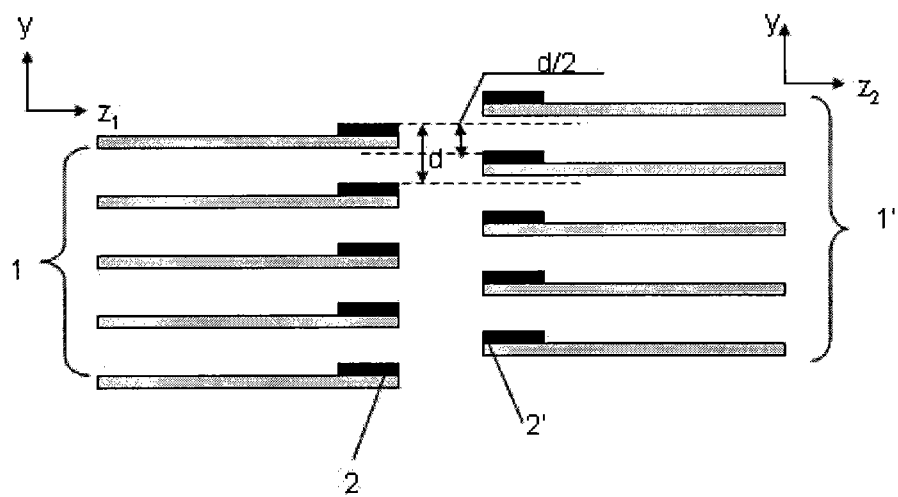


图 2

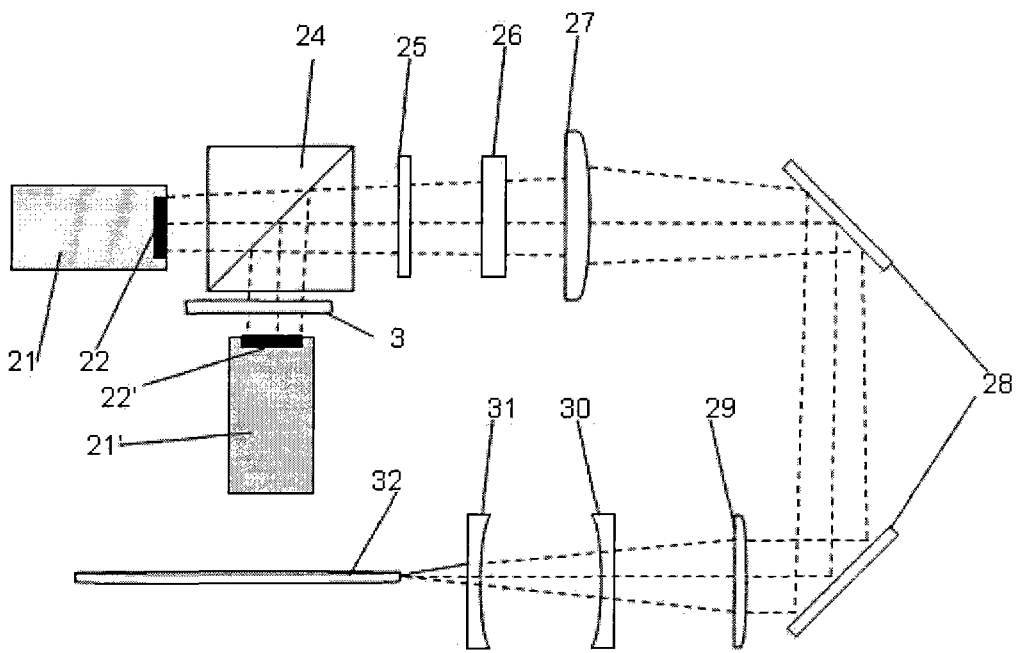


图 3