



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101707326 A

(43) 申请公布日 2010. 05. 12

(21) 申请号 200910207824. 5

H01S 5/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 10. 30

(66) 本国优先权数据

200910067234. 7 2009. 07. 06 CN

(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 顾媛媛 彭航宇 王立军 冯广智  
刘云

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务  
所 22210

代理人 赵炳仁

(51) Int. Cl.

H01S 5/40 (2006. 01)

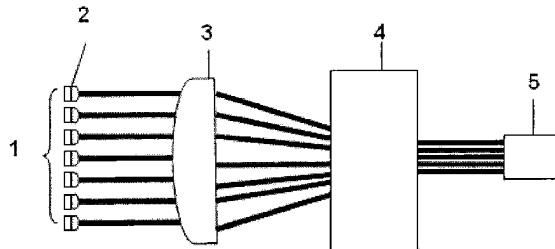
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

多单管光束耦合式大功率半导体激光器

(57) 摘要

本发明涉及大功率半导体激光器，特别是一  
种多单管光束耦合式大功率半导体激光器，是将  
数只其出射端设有快轴准直柱透镜的单管半导  
体激光器同向平行排列，沿所述的数只单管半导  
体激光器的光路传输方向依次设置一柱透镜、与该  
柱透镜法线互为垂直的慢轴准直镜和接收其聚  
焦光束的光纤；所述柱透镜对各单管半导体激光器  
的光束快轴进一步压缩，所述慢轴准直镜对其慢  
轴进行准直并且对光束进行聚焦，最后将光束聚  
焦耦合进光纤后输出。该激光器结构简单、元件容  
易加工，克服了目前制备大功率激光器技术存在  
的缺陷，易于实现更高的功率和亮度输出。



1. 一种多单管光束耦合式大功率半导体激光器，其特征在于，是将数只其出射端设有快轴准直柱透镜（2）的单管半导体激光器（1）同向平行排列，沿所述的数只单管半导体激光器（1）的光路传输方向依次设置一柱透镜（3）、与该柱透镜（3）法线互为垂直的慢轴准直镜（4）和接收其聚焦光束的光纤（5）；所述柱透镜（3）对各单管半导体激光器（1）的光束快轴进一步压缩，所述慢轴准直镜（4）对其慢轴进行准直并且对光束进行聚焦，最后将光束聚焦耦合进光纤（5）后输出。
2. 根据权利要求 1 所述的多单管光束耦合式大功率半导体激光器，其特征在于，所述的柱透镜（3）为球面柱透镜。

## 多单管光束耦合式大功率半导体激光器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及大功率半导体激光器,特别是一种通过对多个单管半导体激光器的出射光束耦合以实现的大功率激光器。

### 背景技术

[0002] 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,由于其光束质量差无法耦合进光纤仍然不能满足工业对金属切割、焊接等加工的需要;一个单管商业上可以做到10W以上,采用多个单管进行耦合并且最终耦合进光纤输出,既可以满足高功率要求,又可以实现光纤输出。就电驱动而言,线阵及迭阵半导体激光器所需电源的电流电压很大,制作相对复杂且造价很高;单管耦合可将耦合后模块做成串联电路,使用小电流高电压,此类的激光光源比较容易做且造价低得多,因为低电压高电流的电源很难做,现在对于20-80瓦的半导体光纤耦合模块有很多实现方法,主要是对bar条的整形耦合,单管耦合有如美国nlight公司采用多个单管阶梯排列实现大功率半导体激光的耦合,这种耦合过程中如图2所示,5个半导体激光单管11,在轴向成阶梯状排列,每一个半导体激光单管11分别采用一套快慢轴准直透镜进行准直,快轴准直透镜13采取非球面柱透镜,加工不仅难度较大而且成本很高,每个单管的慢轴准直分别采用一套柱透镜14,所有经准直后光束最后经球透镜聚焦输出。

[0003] 该装置虽然可以将5个单管耦合进光纤最终实现大功率的耦合,但是结构上,由于成阶梯排列,使在器件加工上造价很高。光学准直快慢轴所需透镜数目较多,每一个半导体激光单管都要采用一套非球面快轴准直透镜和一套慢轴准直透镜,因此耦合单管数目越多所需透镜数目越多效率越低费用越高而且调整亦比较复杂,由于透镜较小不易加工。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种结构简单、元件容易加工的多单管光束耦合式大功率半导体激光器,以克服目前制备大功率激光器技术存在的上述缺陷,实现更高的功率和亮度输出。

[0005] 本发明多单管光束耦合式大功率半导体激光器,是将数只其出射端设有快轴准直柱透镜的单管半导体激光器同向平行排列,沿所述的数只单管半导体激光器的光路传输方向依次设置一柱透镜、与该柱透镜法线互为垂直的慢轴准直镜和接收其聚焦光束的光纤;所述柱透镜对各单管半导体激光器的光束快轴进一步压缩,所述慢轴准直镜对其慢轴进行准直并且对光束进行聚焦,最后将光束聚焦耦合进光纤后输出。

[0006] 本发明设计使用多个单管经柱面透镜进行快轴准直,由于快轴发散角较大,为使

进一步压缩快轴发散角,采取一较大的柱透镜对整体单管进行压缩,尽管对快轴进行了两次压缩,但是避免了复杂的非球面且尺寸较大易于加工。输出光束再经一与其垂直的慢轴准直柱透镜进行慢轴方向压缩,该柱透镜为所有单管半导体激光共用,可起到共同压缩慢轴的作用,这就避免了每个单管半导体单独使用一套慢轴准直透镜而使总体效率降低的缺陷,且加工容易、成本低。

[0007] 本发明所涉及的光学透镜都为球面透镜,这就避免了非球面制作加工的难度及高成本,且尺寸较大易于加工,总体装调成本低。

[0008] 本发明半导体激光器,结构简单、元件容易加工,克服了目前制备大功率激光器技术存在的结构复杂、元件难于加工的缺陷,易于实现更高的功率和亮度输出。

### 附图说明

[0009] 图 1 是本发明大功率半导体激光器的结构示意图;

[0010] 图 2 是美国 nlight 公司 5 单管半导体激光光束耦合装置示意图,图中 :底座 12,快轴准直镜 13,慢轴准直镜 14,镜架 15,调节架 16。

### 具体实施方式

[0011] 下面结合附图给出的实施例对本发明作进一步详细说明。

[0012] 参照图 1,一种多单管光束耦合式大功率半导体激光器,是将 7 只其出射端设有快轴准直柱透镜 2 的单管半导体激光器 1 同向平行排列,沿所述的数只单管半导体激光器 1 的光路传输方向依次设置一柱透镜 3、与该柱透镜 3 法线互为垂直的慢轴准直镜 4 和接收其聚焦光束的光纤 5;所述柱透镜 3 对各单管半导体激光器 1 的光束快轴进一步压缩,所述慢轴准直镜 4 对其慢轴进行准直并且对光束进行聚焦,最后将光束聚焦耦合进光纤 5 后输出。

[0013] 所述的柱透镜 3 为球面柱透镜。

[0014] 柱透镜 3 设计为球面柱透镜,利用柱透镜对一个方向的光束可进行压缩,此柱透镜用来压缩快轴发散角,设计透镜具有高的数值孔径、高折射率材料。且具有较短的焦距以保证效率。慢轴压缩光束用柱透镜 4 体积较大,便于加工,用来压缩所有单管在慢轴方向的发散角,避免了每个单管单独使用一套慢轴准直透镜,从而系统总体效率提高,且成本降低。单管采用同方向平行排列,减小了横向的尺寸,且易于调节。

[0015] 使用光参数积 (Beam Parameter Product) 可以衡量半导体光束质量的好坏,光参数积的最小值称之为衍射极限,对一定波长为  $\lambda$  而言,其衍射极限为

[0016]  $BPP_d = \lambda / \pi$

[0017] 光参数积定义为

[0018]  $BPP = w_0 \times \theta_0 / 2$

[0019] 其中  $w_0$  为光斑束腰半径,  $\theta_0$  为远场发散角。表述光束质量的另一个参数为质量因子为:

$$[0020] M^2 = \frac{BPP}{\lambda / \pi} = \frac{\omega_0 \cdot \theta_0}{\lambda / \pi}$$

[0021] 该例演示了通过本发明方法设计的对一个由 7 个 LD emitter 半导体激光器进行光束耦合输出进光纤的过程。半导体激光器的参数为:每个单管的长度为 200  $\mu m$ ,相邻

单管之间的距离为 1.54mm。激光在快轴方向上的发散角为 38°，慢轴方向上的发散角为 10°。可计算得出：

[0022]  $BPP_{fast} = (0.001 \times 7 + 1.8 \times 6) \text{ mm} / 2 \times 19^\circ \times 17.45 \times = 1790.37 \text{ mmmmrad}$

[0023]  $BPP_{slow} = 0.1 \text{ mm} \times 5^\circ \times 17.45 = 8.725 \text{ mmmmrad}$

[0024] 1) 经过柱透镜 2 的快轴准直后, 快轴发散角降低到 3mrad, 快轴光束尺寸变为 0.6mm, 其光参量积：

[0025]  $BPP_{fast} = (0.6 \times 7/2 + 1.54 \times 6/2 \text{ mm}) \times 1.5 \text{ mrad} = 10.08 \text{ mmmmrad}$

[0026] 2) 利用柱透镜 3 对快轴继续进行压缩。

[0027] 3) 用柱透镜 4 对光束慢轴进行准直, 准直后的发散角约在 90mrad, 其光束参量积为：

[0028]  $BPP_{slow} = 0.2 \text{ mm} / 2 \times 90 \text{ mrad} / 2 = 4.5 \text{ mmmmrad}$

[0029] 4) 通过以上压缩后可将激光器耦合进光纤输出。可以达到很好的整形效果。

[0030] 光纤的光参数积 : $BPP = 0.22 / 2 \times 200 = 22 \text{ mmmmrad}$ .

[0031] 通过该方法可耦合进 200 微米光纤

[0032] 5) 每个单管的激光输出功率为 10W, 则 7 个单管功率可达 70W, 由此耦合光纤过程不需要复杂的光束整形透镜, 其效率可在 90% 以上。而一个 bar 条的输出的功率 20-80W 左右, 耦合进入光纤后由于需要复杂的一套光学系统, 则其效率仅在 70% 左右。

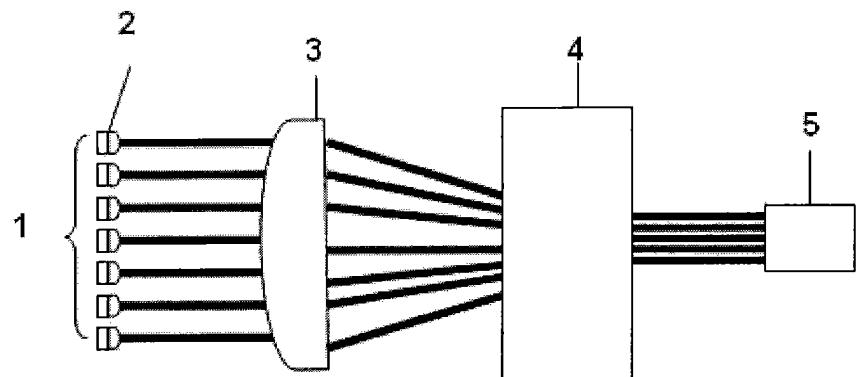


图 1

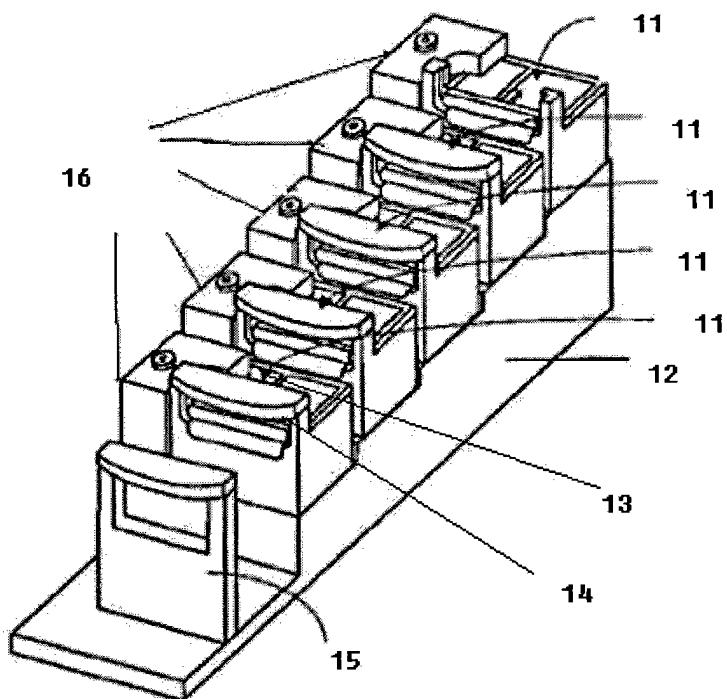


图 2