



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016766. X

[43] 公开日 2005 年 10 月 26 日

[11] 公开号 CN 1687840A

[22] 申请日 2005.4.30

[21] 申请号 200510016766. X

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

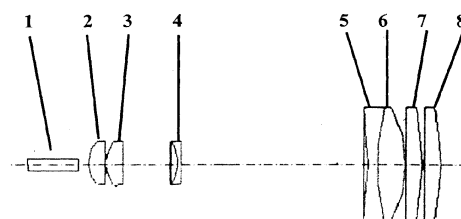
[72] 发明人 李丽娜 史光辉 王立军 尹红贺
刘 君[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 用于高功率半导体激光列阵光束准直、聚焦装置

[57] 摘要

本发明涉及半导体激光列阵光束整形、准直聚焦装置。包括：光纤束 1、第一平凸透镜 2、第二平凸透镜 3、平凹透镜 4、双凹透镜 5、双凸透镜 6、第三平凸透镜 7、第四平凸透镜 8。解决半导体激光器列阵的基模场分布与光纤的基模场分布不一致，耦合进入光纤的激光束的模场分布不完全对称，激光在光纤中传输时的全反射波导形式，决定的激光束出纤后，必然存在一定的发散角，十几根甚至几十根光纤集成一束后，明显暴露出光斑亮度不均匀、有暗点、远场发散角大等缺陷。本发明的装置解决半导体激光列阵光纤耦合模块出纤光束质量问题，实现高功率、高亮度、光束强度分布均匀、准直性好的高质量光束输出，提供用于高功率半导体激光列阵光束准直、聚焦装置。



1、用于高功率半导体激光列阵光束准直装置，包括：光纤束(1)，其特征在于：在光束传播方向依次放置光纤束(1)、第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)、平凹透镜(4)、双凹透镜(5)、双凸透镜 (6)、第三平凸透镜(7)，光纤束(1)与第一平凸透镜(2)相互对应放置，且第一平凸透镜(2)的凸面放置于靠近光纤束(1)输出面一边；第二平凸透镜(3)的凸面与第一平凸透镜(2)的平面相互对应放置；平凹透镜 (4)的凹面与第二平凸透镜 (3)的平面相互对应放置；第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)与平凹透镜(4)的组合焦点在靠近平凹透镜(4)的凹面一边；第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)对光纤束(1)中的多根光纤输出的光束进行消像差、聚焦；平凹透镜(4)加长物距，使光束强度分布均匀；双凹透镜(5)、双凸透镜(6)对聚焦后的强度分布均匀的光束消球差、慧差，双凹透镜(5)、双凸透镜(6)是胶合，双凹透镜(5)和双凸透镜(6)与平凹透镜(4)的平面相互对应放置，且双凹透镜(5)不胶合的凹面靠近平凹透镜 (4)的平面一边；第三平凸透镜(7)的平面与双凸透镜(6)不胶合的凸面相互对应放置，且第三平凸透镜(7)的平面靠近双凸透镜 (6)不胶合的凸面；双凹透镜(5)、双凸透镜(6)、第三平凸透镜(7)的焦点与第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)和平凹透镜(4)的组合焦点重合，使经过平凹透镜(4)的强度分布均匀的光束变成平行光。

2、用于高功率半导体激光列阵光束聚焦装置，包括：光纤束(1)，其特征在于：在光束传播方向依次放置光纤束(1)、第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)、平凹透镜(4)、双凹透镜(5)、双凸透镜 (6)、第三平凸透镜(7)、平凸透镜(8)，光纤束(1)与第一平凸透镜(2)相互对应放置，且第一平凸透镜(2)的凸面放置于靠近光纤束(1)输出面一边；第二平凸透镜(3)的凸面与第一平凸透镜(2)的平面相互对应放置；平凹透镜 (4)的凹面与第二平凸透镜 (3)的平面相互对应放置；第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)与平凹透镜(4)的组合焦点在靠近平凹透镜

(4)的凹面一边；第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)对光纤束(1)中的多根光纤输出的光束进行消像差、聚焦；平凹透镜(4)加长物距，使光束强度分布均匀；双凹透镜(5)、双凸透镜(6)对聚焦后的强度分布均匀的光束消球差、慧差，双凹透镜(5)、双凸透镜(6)是胶合，双凹透镜(5)和双凸透镜(6)与平凹透镜(4)的平面相互对应放置，且双凹透镜(5)不胶合的凹面靠近平凹透镜 (4)的平面一边；第三平凸透镜(7)的平面与双凸透镜(6)不胶合的凸面相互对应放置，且第三平凸透镜(7)的平面靠近双凸透镜 (6)不胶合的凸面；双凹透镜(5)、双凸透镜(6)、第三平凸透镜(7)的焦点与第一平凸透镜(2)、第二平凸透镜(3)和平凹透镜(4)的组合焦点重合，使经过平凹透镜(4)的强度分布均匀的光束变成平行光；双凹透镜(5)、双凸透镜 (6)、第三平凸透镜(7)输出的平行光再经过第四平凸透镜 (8)聚焦获得高功率、高亮度、强度分布均匀的聚焦光斑。

用于高功率半导体激光列阵光束准直、聚焦装置

技术领域:

本发明属于半导体激光器领域, 涉及半导体激光列阵光束准直、聚焦装置的结构设计。

背景技术:

高功率半导体激光器列阵具有体积小、寿命长、光电转换效率高、输出功率密度高、可直接电流调制等显著优点, 在医疗、材料处理和加工、固体激光器端面泵浦等方面都有着重要应用。以其广阔的应用前景和巨大的潜在市场而成为各国竞相追逐的热点。由于半导体激光器及其列阵有源层特殊的结构特点, 使其输出光束质量很差, 具体表现为: 一般在 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$, 平行于 $p-n$ 结方向 (慢轴) 的发散角一般在 $7^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。由于垂直于 $p-n$ 结方向和平行于 $p-n$ 结方向上有不同的发散角和严重的像散以及光斑极度不对称, 这在很大程度上限制了半导体激光器及其列阵的实际应用。因此对半导体激光器列阵发出光束准直聚焦技术的研究近年来也越来越受到重视和发展。半导体激光器列阵与光纤耦合可以从根本上改善输出光束的质量, 并且还可以采用多根光纤集成一束成为光纤束使输出功率得到相当于单管几十倍乃至百倍的提高。然而由于半导体激光器列阵的基模场分布与光纤的基模场分布不一致, 为了得到高的耦合效率, 国内外普遍采用柱透镜或光学透镜组对半导体激光器列阵输出的光束进行整形、压缩、然后耦合进入光纤列阵。但是, 由于耦合进入光纤的激光束的模场分布不完全对称, 再加上激光在光纤中传输时的全反射波导形式, 决定的激光束出纤后, 必然存在一定的发散角, 十几根甚至几十根光纤集成一束后, 就很明显的暴露出光斑亮度不均匀、有暗点、远场发散角大等缺陷, 因此要完全改善激光束的特性, 得到亮度均匀, 出射光束平行的要求, 一方面要对耦合前的光束整形, 另一方面对于耦合后出纤的光束也需

要准直。因此，为了同时获得高功率、高亮度、光束强度分布均匀、准直性好的高质量光束输出，必须设计制作一种高效，而简单的光束准直、聚焦透镜组。

发明内容：

在背景技术中，国内外半导体激光器研制者比较重视对半导体激光器列阵输出的光束进行压缩、整形、耦合进入光纤列阵，而没有考虑限制在半导体激光列阵的实际应用中暴露出的出纤光束光斑亮度不均匀、有暗点、远场发散角大等缺陷，不能实现高功率、高亮度、光束强度分布均匀、准直性好的高质量光束输出。本发明的目的就是在保证输出高功率、高亮度的基础上，解决半导体激光列阵光纤耦合模块出纤光束质量问题，为此，本发明用于高功率半导体激光列阵光束准直、聚焦透镜装置，使激光列阵真正实现高功率、高亮度、光束强度分布均匀、准直性好的高质量光束输出。

本发明包括：光纤束、第一平凸透镜、第二平凸透镜、平凹透镜、双凹透镜、双凸透镜、第三平凸透镜、第四平凸透镜；在光束传播方向依次放置光纤束、第一平凸透镜、第二平凸透镜、平凹透镜、双凹透镜、双凸透镜、第三平凸透镜、第四平凸透镜；光纤束的输出面与第一平凸透镜相互对应放置，且第一平凸透镜的凸面放置于靠近光纤束的输出面一边，第一平凸透镜的凸面为输入面、平面为输出面；第二平凸透镜的凸面与第一平凸透镜的平面相互对应放置；平凹透镜的凹面与第二平凸透镜的平面相互对应放置，且第一平凸透镜、第二平凸透镜与平凹透镜的组合焦点靠近平凹透镜的凹面一边；第一平凸透镜、第二平凸透镜对光纤束中的多根光纤输出的光束进行消像差、聚焦；平凹透镜的作用是加长物距，使光束强度分布均匀；双凹透镜、双凸透镜对聚焦后的强度分布均匀的光束消球差、慧差，双凹透镜、双凸透镜是胶合透镜，胶合透镜即双凹透镜和双凸透镜与平凹透镜的平面相互对应放置，且胶合透镜的双凹透镜不胶合的凹面靠近平凹透镜的平面一边；胶合透镜的双凸透镜不胶合的凸面是输出端；第三平凸透镜与胶合透镜的双凸透镜不胶合的凸面相互对应放置，第三平凸透镜的平面靠近双凸透镜不胶合的凸面；第四平凸透镜的平面与第三

平凸透镜的凸面相互对应放置；双凹透镜、双凸透镜、第三平凸透镜的焦点与第一平凸透镜、第二平凸透镜和平凹透镜的组合焦点重合使经过平凹透镜的强度分布均匀的光束变成平行光，使激光列阵光纤束输出实现高功率、高亮度、光束强度分布均匀的平行光束输出；将双凹透镜、双凸透镜、第三平凸透镜输出的平行光再经过第四平凸透镜聚焦可以获得一个高功率、高亮度、强度分布均匀的聚焦光点。

本发明的优点：为了解决背景技术中半导体激光器列阵的基模场分布与光纤的基模场分布不一致，耦合进入光纤的激光束的模场分布不完全对称，再加上激光在光纤中传输时的全反射波导形式，决定的激光束出纤后，必然存在一定的发散角，十几根甚至几十根光纤集成一束后，就很明显的暴露出光斑亮度不均匀、有暗点、远场发散角大等缺陷。本发明采用了光束准直、聚焦透镜装置，解决了半导体激光列阵光纤耦合模块出纤光束质量问题。本发明实现了高功率、高亮度、光束强度分布均匀、准直性好的高质量光束输出，提供用于高功率半导体激光列阵光束准直、聚焦透镜装置。

附图说明：

图 1 是本发明中光束准直装置结构示意图

图 2 是本发明中光束聚焦装置结构示意图也是摘要附图

具体实施方式：

下面结合附图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。

本发明的光束准直、聚焦装置如图 1 和图 2 所示包括：光纤束 1、第一平凸透镜 2、第二平凸透镜 3、平凹透镜 4、双凹透镜 5、双凸透镜 6、第三平凸透镜 7、第四平凸透镜 8。

实施例 1：

光纤束 1 是将多根纤芯为 $100\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 的石英光纤集成一束，并对光纤束 1 端面进行抛光。光纤的数值孔径为 $0.11\sim 0.22$ ；光从光纤束中的多根光纤输出，每根光纤输出的光束都带有一定的发散角度。

本发明使用的光纤束的光源为三种波长 808nm 、 980nm 、 1064nm

的大功率激光列阵。每个激光列阵有 19 个激射条、条宽 $150\mu\text{m}$ 、周期 $500\mu\text{m}$ 、发光区面积为 $10000\times 1\mu\text{m}$ ，室温连续输出光功率为 40W。在激光列阵垂直于 p-n 结方向（快轴）的发散角为 35° 、数值孔径 0.5736，平行于 p-n 结方向（慢轴）的发散角为 7° 、数值孔径 0.12。使用的光纤束 1 为 57 根光纤芯径为 $200\mu\text{m}$ 、光纤包层 $250\mu\text{m}$ 、数值孔径 0.16 的石英光纤集成一束，并对光纤束 1 端面进行抛光。

三种波长激光列阵发射的 57 条光束耦合进入 57 根芯径为 $200\mu\text{m}$ 的光纤并集成光纤束 1。经过第一平凸透镜 2、第二平凸透镜 3 对 57 根光纤束 1 进行消像差。第一平凸透镜 2、第二平凸透镜 3 和平凹透镜 4 的组合焦点在平凹透镜 4 凹面的左边 13mm 处，平凹透镜 4 的作用是加长物距，使光束强度分布均匀，再通过双凹透镜 5、双凸透镜 6 消球差、慧差，双凹透镜 5、双凸透镜 6、第三平凸透镜 7 的焦点与第一平凸透镜 2、第二平凸透镜 3 和平凹透镜 4 的组合焦点重合使经过平凹透镜 4 的均匀光束变成平行光。使三种波长激光列阵实现高功率、高亮度、光束强度分布均匀的平行光束输出，平行光束在一公里处光斑直径为 2 米，则完成用于高功率半导体激光列阵光束准直装置的制作。

实施例 2

除与上述实施例 1 相同外，再将双凹透镜 5、双凸透镜 6、第三平凸透镜 7 输出的平行光再经过第四平凸透镜 8 聚焦可以获得一个高功率、高亮度、强度分布均匀的聚焦光斑。则完成用于高功率半导体激光列阵光束聚焦装置的制作。

实施例 3:

本发明使用光纤束 1 的光源可用三个相同波长的大功率激光列阵。其它与上述实施例 1 与实施例 2 相同或根据需要选择不同的参数。

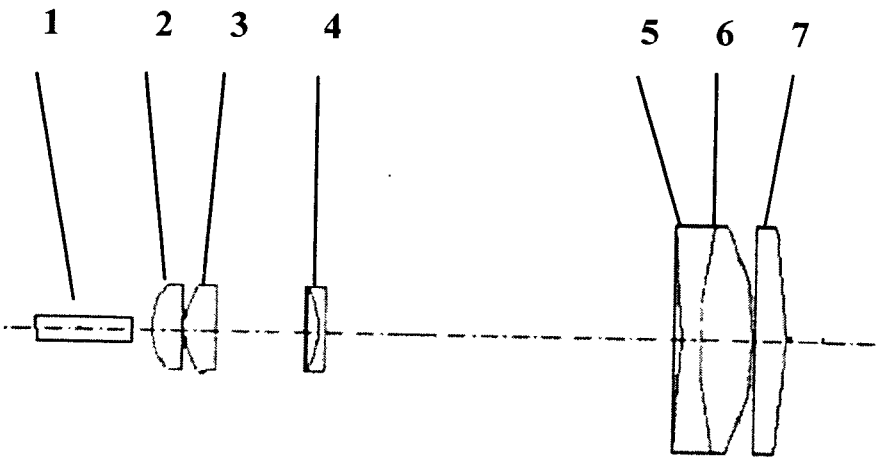


图 1

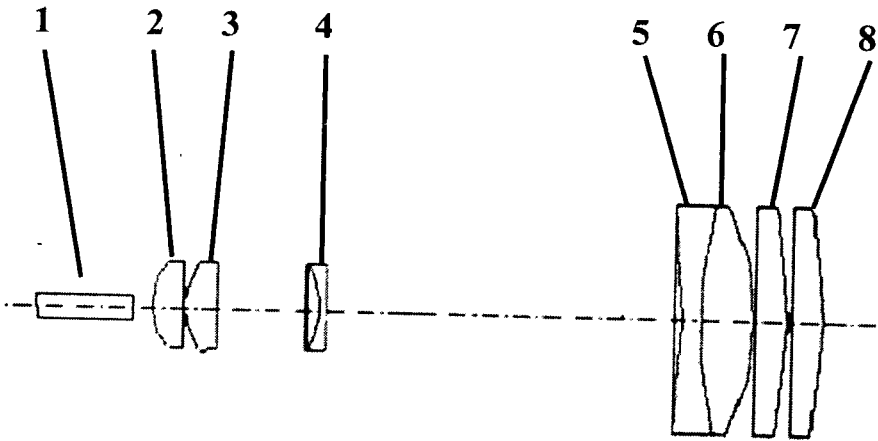


图 2