

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/24

G02B 6/32 G02B 6/42

H01S 3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03110907.1

[43] 公开日 2004 年 8 月 4 日

[11] 公开号 CN 1517731A

[22] 申请日 2003.1.17 [21] 申请号 03110907.1
[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 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
[72] 发明人 潘玉寨 张 军 张 亮 刘 云
王立军

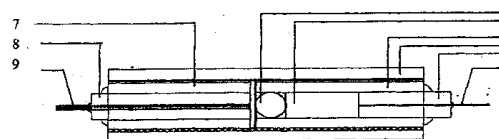
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公
司
代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种多模多光纤功率耦合器及其制备方法

[57] 摘要

本发明涉及到应用于半导体激光光纤模块及光纤激光器领域中对多光纤集束器的改进。本发明包括球透镜 1、自聚焦透镜 2、套管 3、7、套筒 4、套芯 5、多模光纤 6、9，套芯 8。本发明借助于透镜的光束聚焦获得了一种高效、紧凑的多模多光纤功率耦合器，器件通过集成封装获得了单光纤高功率密度输出，使得结构更加紧凑，输出光束更加集中，提高了器件性能的可靠性和稳定性。采用本发明制作的多模多光纤功率耦合器对于提高激光输出光束特性极为有利，也提供了一种提高功率输出的简便方法。本发明制作一种简便的封装器件，可以将多个激光器的输出光通过单根光纤高效率输出。本发明可以应用于泵浦高功率光纤激光器。本发明的耦合效率可达 90% 以上。



1、一种多模多光纤功率耦合器的制备方法，其特征在于：选取一组多模光纤将前端切平并去除涂覆层；选取套芯，将这组多模光纤去除涂层的前端插入套芯并固定制成多光纤接头；再选取套管，并将其外部套上螺纹；将多光纤接头插入套管制成多光纤套管并对其前端抛光；再选取另一套芯固定另一多模光纤，制成单光纤接头，对单光纤接头前端抛光；再选取另一套管，并将其外部套上螺纹，将单光纤接头插入该套管，再依次插入自聚焦透镜和球透镜，将单光纤接头、自聚焦透镜和球透镜固定在套管里，制成单光纤耦合套管，并将单光纤耦合套管中球透镜的端部研磨抛光；再选取一套筒并将其内径套上螺纹，将多光纤套管和单光纤耦合套管从套筒两端插入并将二者固定在该套筒里，制成了多模多光纤功率耦合器。

2、一种多模多光纤功率耦合器，它包括：输入端光纤束套芯 8、输入多模光纤束 9，其特征在于还包括：球透镜 1、自聚焦透镜 2、套管 3，7、套筒 4、输出端多模光纤套芯 5、输出端多模光纤 6，输入多模光纤束 9 位于输入光纤束套芯的内部，输入端光纤束套芯 8 位于套管 7 的内部，输入多模光纤束 9、输入端光纤束套芯 8 和套管 7 的前端面在同一平面上，输入多模光纤束 9、输入光纤束套芯 8 和套管 7 的前端面的右面依次是：套管 3、球透镜 1、自聚焦透镜 2、多模光纤套芯 5 和输出端多模光纤 6；输出端多模光纤 6 位于在多模光纤套芯 5 位于内部，多模光纤套芯 5 位于套筒 4 的内部，输出端多模光纤 6、多模光纤套芯 5 和套筒 4 的前端面在同一平面内；套管 3，7 位于套筒 4 的内部。

一种多模多光纤功率耦合器及其制备方法

技术领域：本发明属于激光多光束整形及耦合技术领域，涉及到应用于半导体激光光纤模块及光纤激光器领域中对多光纤集束器的改进。

背景技术：目前制备光纤集束器有多根光纤组成。它是将多个低功率半导体激光器的输出光分别耦合入光纤集束器的每根光纤，然后将这些光纤集束在一起输出。这样就可以获得较大的功率输出，但这种方法获得的输出光仍是多个光束的集合，只是多根光纤简单的集合在一起，这种方法获得的激光光束输出光斑大，功率密度小。在应用中必须采用另外的光学系统来减小光斑尺寸，增加功率密度。

本发明的详细内容：为了解决背景技术采用多根光纤使其输出多光束、而且输出光斑大，功率密度小、与其它光纤器件连接需要增加其它分立的光学元件等问题，也就会降低激光功率效率，降低系统的可靠性，增加系统的复杂性。本发明的目的在于为获得高功率的激光光纤模块和泵浦光纤激光器提供一种高效率、紧凑封装的多模多光纤功率耦合器及其制备方法。

为了实现上述目的，本发明采取的方法是：如图 1，2，3 所示，选取一组多模光纤将前端切平并去除涂覆层；选取套芯，将这组多模光纤去除涂层的前端插入套芯并固定制成多光纤接头；再选取套管，并将其外部套上螺纹；将多光纤接头插入套管制成多光纤套管并对其前端抛光，形状如图 2 所示；再选取另一套芯固定另一多模光纤，制成单光纤接头，对单光纤接头前端抛光；再选取另一套管，并将其外部套上螺纹，将单光纤接头插入该套管，再依次插入自聚焦透镜和球透镜，将单光纤接头、自聚焦透镜和球透镜固定在套管里，制成单光

纤耦合套管，并将单光纤耦合套管中球透镜的端部研磨抛光，形状如图3所示；再选取一套筒并将其内径套上螺纹，将多光纤套管和单光纤耦合套管从套筒两端插入并将二者固定在该套筒里，制成了多模多光纤功率耦合器。

本发明的装置包括：球透镜1、自聚焦透镜2、套管3，7、套筒4、输出端多模光纤套芯5、输出端多模光纤6、输入端光纤束套芯8、输入多模光纤束9，输入多模光纤束9位于输入光纤束套芯的内部，输入端光纤束套芯8位于套管7的内部，输入多模光纤束9、输入端光纤束套芯8和套管7的前端面在同一平面上，输入多模光纤束9、输入光纤束套芯8和套管7的前端面的右面依次是：套管3、球透镜1、自聚焦透镜2、多模光纤套芯5和输出端多模光纤6；输出端多模光纤6位于在多模光纤套芯5位于内部，多模光纤套芯5位于套筒4的内部，输出端多模光纤6、多模光纤套芯5和套筒4的前端面在同一平面内；套管3，7位于套筒4的内部。

本发明工作时：从激光器输出的激光耦合进入输入多模光纤束9的激光经球透镜1被准直后进入自聚焦透镜2，经聚焦进入输出端多模光纤6输出。

本发明借助于球透镜和自聚焦透镜的光束聚焦以及螺纹的精细位置调整获得了一种高效、紧凑的多模多光纤功率耦合器，器件通过集成封装获得了单光纤高功率密度输出，使得结构更加紧凑，输出光束更加集中，提高了器件性能的可靠性和稳定性。采用本发明制作的多模多光纤功率耦合器对于提高激光输出光束特性极为有利，也提供了一种提高功率输出的简便方法。本发明制作一种简便的封装器件，可以将多个激光器的输出光通过单根光纤高效率输出。这种器件也可以应用于泵浦高功率光纤激光器。本发明的耦合效率可达90%以上。

附图说明：

图 1 多模多光纤功率耦合器结构示意图

图 2 多模多光纤功率耦合器部分结构示意图

图 3 多模多光纤功率耦合器部分结构示意图

具体实施方式:

下面结合附图和具体实施例详细描述本发明, 图 1, 2, 3 为多模多光纤功率耦合器结构示意图。本发明的装置包括: 球透镜 1、自聚焦透镜 2、套管 3, 7、套筒 4、输出端多模光纤套芯 5、输出端多模光纤 6、输入端光纤束套芯 8、输入多模光纤束 9。

1) 输入多模光纤束 9 采用石英材料制成多模光纤, 多模光纤可选取七根纤芯, 多模光纤的石英材料纤芯直径可选取为 $200\mu\text{m}$, 包层直径 $210\mu\text{m}$, 多模光纤的数值孔径可选取为 0.16。

2) 将 1) 的输入多模光纤束 9 每根光纤前端 21mm 长的光纤去除外覆层, 切平; 输入端光纤束套芯 8 采用内径为 $630\mu\text{m}$, 外径为 2.5mm, 长度为 20mm 的氧化锆材料制作; 将输入多模光纤束 9 插入输入端光纤束套芯 8 中, 用 353ND 热固化胶将输入多模光纤束 9 和输入端光纤束套芯 8 固定, 制成多光纤接头。固化时间为 10 分钟, 固化温度 100 度。

3) 套管 3 采用一段长度为 18mm 的铜套管, 内径为 2.5mm, 外径为 8mm, 在其外部套上细螺纹, 螺距 0.5mm, 偏心度小于 1%。然后将 2) 中多光纤接头插入套管 7 中, 用热固化胶加热固定, 制成多光纤套管, 在研磨机上将多光纤套管前端面抛光。如图 2 所示。

4) 输出端多模光纤 6 选取一根石英材料制成多模光纤; 多模光纤的石英材料纤芯直径可选取为 $400\mu\text{m}$, 包层直径 $220\mu\text{m}$, 多模光纤的数值孔径可选取为 0.22。

5) 将 4) 中的输出端多模光纤 6 前端 21mm 长的光纤去除外覆层, 切平; 输出端多模光纤套芯 5 采用内径为 $420\mu\text{m}$, 外径为 2.5mm,

长度为 20mm 的氧化锆材料制作；将输出端多模光纤 6 插入输出端多模光纤套芯 5 中，用 353ND 热固化胶将输出端多模光纤 6 和输出端多模光纤套芯 5 固定，制成单光纤接头，在抛光机上研磨抛光端面。

6) 球透镜 1 采用 K9 玻璃材料，球透镜 1 的直径为 2.5mm，表面镀单层增透膜，材料为 MgF_2 。

7) 自聚焦透镜 2 采用一 1/4 节距自聚焦透镜，自聚焦透镜 2 的直径为 2.5mm，数值孔径 NA 为 0.22，长度为 5mm，工作距离 0.25mm。自聚焦透镜 2 的前后端面上镀单层增透膜，材料为 MgF_2 。

8) 套管 7 采用一段长度为 18mm 的铜套管，内径为 2.5mm，外径为 8mm，在其外部套上细螺纹，螺距 0.5mm，偏心度小于 1%，套管内部填充固化胶，将 5) 中的单光纤接头的抛光的一端从套管 7 的一端插入，将 7) 中的自聚焦透镜 2 和 6) 中的球透镜 1 依次从套管 7 的另一端插入，自聚焦透镜 2 的前端与单光纤接头的抛光面紧密接触。球透镜 1 略陷入套管 7，对套管 7 加热将球透镜 1、自聚焦透镜 2 和单光纤接头一起固定在套管 7 中。将套管 7 的球透镜端面在抛光机上研磨抛光，直到刚好露出球透镜，制成单光纤耦合套管。结构形状如图 3 所示。

9) 套筒 4 选取长度为 30mm 的铜材料套筒，内径为 8mm，外径为 10mm，内部套螺纹，螺距 0.5mm，偏心度小于 1%。内部用压力填入热固化胶，避免存在空气。将 3) 中的多光纤套管和 8) 中的单光纤耦合套管分别拧进套筒 4，同时用一定功率的光输入到输入多模光纤束 9 中，从输出端多模光纤 6 的输出光纤检测输出功率大小，调整套筒 4 内多光纤套管和单光纤耦合套管之间的距离，当获得最大的通光功率效率时，加热固定。

上述实施例中所选择的参数都可以根据实际使用要求来选择。

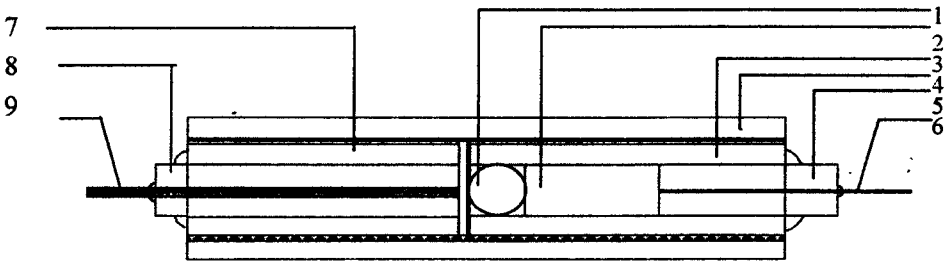


图 1

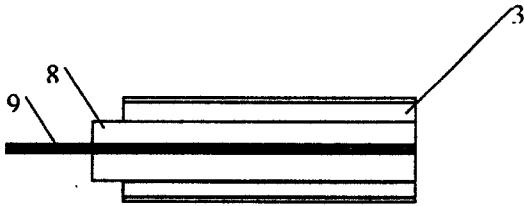


图 2

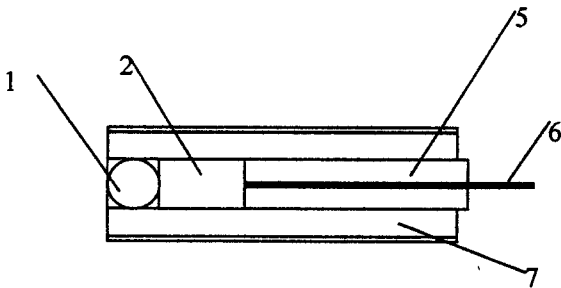


图 3