



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110299663 A

(43)申请公布日 2019.10.01

(21)申请号 201910690547.1

(22)申请日 2019.07.29

(71)申请人 华中科技大学鄂州工业技术研究院

地址 436044 湖北省鄂州市梧桐湖新区凤
凰大道特一号

申请人 华中科技大学

(72)发明人 李进延 刘茵紫 刑颖滨 廖雷

(74)专利代理机构 杭州宇信知识产权代理事务
所(普通合伙) 33231

代理人 张宇娟

(51)Int.Cl.

H01S 3/067(2006.01)

H01S 3/094(2006.01)

H01S 3/16(2006.01)

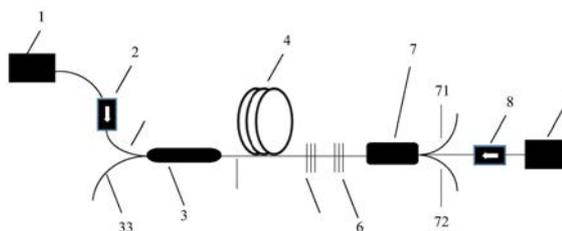
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器

(57)摘要

本发明公开了一种全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,包括依次连接的前向泵浦源、第一隔离器、波分复用器、掺铥光纤、第一均匀光纤布拉格光栅、合束器、第二隔离器、后向泵浦源;波分复用器具有三个端口,分别为泵浦光耦合端口、波长复用端口以及信号光耦合输出端口,第一隔离器与波分复用器通过泵浦光耦合端口连接,波分复用器与掺铥光纤通过波长复用端口连接;第一均匀光纤布拉格光栅与信号光耦合输出端口一起构成激光谐振腔;第一均匀光纤布拉格光栅没有方向性,中心波长 $2\mu\text{m}\sim 2.05\mu\text{m}$,反射率大于99%。本发明的目的在于解决目前掺铥光纤激光器采用793nm泵浦方式效率较低、量子亏损大,热管理负担重等技术问题。



1. 一种全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,包括依次连接的前向泵浦源(1)、第一隔离器(2)、波分复用器(3)、掺铥光纤(4)、第一均匀光纤布拉格光栅(5)、合束器(7)、第二隔离器(8)、后向泵浦源(9);

所述波分复用器(3)具有三个端口,分别为泵浦光耦合端口(31)、波长复用端口(32)以及信号光耦合输出端口(33),所述第一隔离器(2)与所述波分复用器(3)通过所述泵浦光耦合端口(31)连接,所述波分复用器(3)与所述掺铥光纤(4)通过所述波长复用端口(32)连接;所述第一均匀光纤布拉格光栅(5)与所述信号光耦合输出端口(33)一起构成激光谐振腔;所述前向泵浦源(1)与所述后向泵浦源(9)的工作波长不同;

所述第一均匀光纤布拉格光栅(5)没有方向性,中心波长为 $2\mu\text{m}\sim 2.05\mu\text{m}$,反射率大于99%。

2. 如权利要求1所述的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,所述前向泵浦源(1)的工作波长为1550nm,所述后向泵浦源(9)的工作波长为1900nm;或所述前向泵浦源(1)的工作波长为1900nm,所述后向泵浦源(9)的工作波长为1550nm。

3. 如权利要求1或2所述的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,还包括设置在所述第一均匀光纤布拉格光栅(5)与所述合束器(7)之间的第二均匀光纤布拉格光栅(6),所述第二均匀光纤布拉格光栅(6)没有方向性,其中心波长与所述前向泵浦源(1)的工作波长相同,反射率大于99%。

4. 如权利要求3所述的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,所述第一均匀光纤布拉格光栅(5)在所述前向泵浦源(1)的工作波长处与所述后向泵浦源(9)的工作波长处的反射率均小于10%;所述第二均匀光纤布拉格光栅(6)在所述后向泵浦源(9)的工作波长处的反射率小于10%。

5. 如权利要求3所述的光纤激光器,其特征在于,所述第一隔离器(2)与所述第二隔离器(8)的工作波长均与所述第一均匀光纤布拉格光栅(5)的中心波长相同。

6. 如权利要求3所述的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,所述合束器(7)还包括两个用于监测光纤激光器后向回光情况的监测端口(71、72)。

7. 如权利要求3所述的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,所述掺铥光纤(4)的纤芯直径为 $10\mu\text{m}$,数值孔径为0.15;所述掺铥光纤(4)的包层直径为 $130\mu\text{m}$,数值孔径为0.46。

8. 如权利要求1所述的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其特征在于,所述前向泵浦源(1)为一集成掺铥光纤激光器,所述后向泵浦源(9)为一集成掺铥光纤激光器。

全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器

技术领域

[0001] 本发明属于光纤激光领域,更具体地,涉及一种全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器。

背景技术

[0002] 光纤激光器相比于固体激光器,有着小巧紧凑,光束质量高,稳定性好,适用于恶劣工作环境等特点。通过在增益光纤中掺杂不同的稀土离子,可实现不同波段的激光输出。掺铥光纤激光器工作在人眼安全的波段内,可实现1700~2100nm范围内波长调谐,因此在传感、空间光通信、生物医疗、中红外激光产生等领域具有广泛的应用前景。铥离子是准三能级系统,具有793nm,1212nm和1580nm的三个吸收峰,分别对应 $H_6 \rightarrow {}^3H_4$, ${}^3H_6 \rightarrow {}^3H_5$, ${}^3H_6 \rightarrow {}^3F_4$ 三种能级跃迁过程。由于目前工作在793nm的半导体激光器制作工艺比较成熟,可实现商用化,大多数掺铥光纤激光器采用的都是 ${}^3H_6 \rightarrow {}^3H_4$ 泵浦方式。但是这种泵浦方式的量子亏损比较大,虽然跃迁过程中存在交叉驰豫作用可突破41%的斯托克斯极限,但受限于目前掺铥光纤制备的工艺水平,采用793nm泵浦的掺铥光纤激光器的效率仍普遍在50%~60%。使得大量的泵浦光以热能的形式损失,输出功率下降,加重掺铥光纤激光器热管理的负担。为了提高掺铥光纤激光器的输出功率,可以通过增大泵浦功率或是提高掺铥光纤的掺杂浓度的方式。但是高功率793nm的半导体激光器需要工作在水冷循环下,另一方面,虽然高掺杂的掺铥光纤对793nm泵浦光吸收大,但这同时也会加重掺铥光纤的热负载,不便于室温下连续稳定工作,另外 Tm^{3+} 浓度太高还会导致离子团簇,引起荧光浓度猝灭,从而导致激光效率下降

发明内容

[0003] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,其目的在于解决目前掺铥光纤激光器采用793nm泵浦方式效率较低、量子亏损大,热管理负担重等技术问题。

[0004] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,包括依次连接的前向泵浦源、第一隔离器、波分复用器、掺铥光纤、第一均匀光纤布拉格光栅、合束器、第二隔离器、后向泵浦源;

[0005] 所述波分复用器具有三个端口,分别为泵浦光耦合端口、波长复用端口以及信号光耦合输出端口,所述第一隔离器与所述波分复用器通过所述泵浦光耦合端口连接,所述波分复用器与所述掺铥光纤通过所述波长复用端口连接;所述第一均匀光纤布拉格光栅与所述信号光耦合输出端口一起构成激光谐振腔;所述前向泵浦源与所述后向泵浦源的工作波长不同;

[0006] 所述第一均匀光纤布拉格光栅没有方向性,中心波长为 $2\mu m \sim 2.05\mu m$,反射率大于99%。

[0007] 优选地,所述第一均匀光纤布拉格光栅的带宽为1nm~2nm。

[0008] 优选地,所述前向泵浦源的工作波长为1550nm,所述后向泵浦源的工作波长为1900nm;或所述前向泵浦源的工作波长为1900nm,所述后向泵浦源的工作波长为1550nm。

[0009] 优选地,还包括设置在所述第一均匀光纤布拉格光栅与所述合束器之间的第二均匀光纤布拉格光栅,所述第二均匀光纤布拉格光栅没有方向性,其中心波长与所述前向泵浦源的工作波长相同,反射率大于99%。

[0010] 优选地,所述第一均匀光纤布拉格光栅在所述前向泵浦源的工作波长处与所述后向泵浦源的工作波长处的反射率均小于10%;所述第二均匀光纤布拉格光栅在所述后向泵浦源的工作波长处的反射率小于10%。

[0011] 优选地,所述第一隔离器与所述第二隔离器的工作波长均与所述第一均匀光纤布拉格光栅的中心波长相同,分别用于避免所述前向泵浦源与后向泵浦被产生的激光打伤损坏。

[0012] 优选地,所述合束器还包括两个用于监测光纤激光器后向回光情况的监测端口。

[0013] 优选地,所述掺铥光纤的纤芯直径为10 μm ,数值孔径为0.15;所述掺铥光纤包层直径为130 μm ,数值孔径为0.46。

[0014] 优选地,所述前向泵浦源为一集成掺铥光纤激光器,所述后向泵浦源为一集成掺铥光纤激光器。

[0015] 优选地,本发明的掺铥光纤可以为单包层也可以为双包层。

[0016] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0017] (1) 本发明提出的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器采用的泵浦源为两个,分别设置于光纤激光器两端,可实现双波长同带泵浦,同时可以使掺铥光纤的前后位置对泵浦光吸收均匀,有利于掺铥光纤的热管理。

[0018] (2) 本发明的前向泵浦源与后向泵浦源的工作波长为1550nm或1900nm,其波长较长,相比起793nm泵浦方式具有更小的量子亏损,可提高2 μm 掺铥光纤光纤激光器的效率,减轻系统热管理的负担。

[0019] (3) 本发明的光纤激光器还包括第二均匀布拉格光纤光栅的设置,该光栅在前向泵浦源的工作波长处的反射率大于99%,使未被吸收的前向泵浦光重新返回掺铥光纤中被吸收,有效地提高了对剩余泵浦光的利用率,可有效地提高系统效率,减短掺铥光纤的长度。

附图说明

[0020] 图1是本发明提供的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器的结构示意图;

[0021] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中:

[0022] 1-前向泵浦源;2-第一隔离器;3-波分复用器;31-泵浦光耦合端口;32-波长复用端口;33-信号光耦合输出端口;4-掺铥光纤;5-第一均匀光纤布拉格光栅;6-第二均匀光纤布拉格光栅;7-合束器;71、72-监测端口;8-第二隔离器;9-后向泵浦源。

具体实施方式

[0023] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对

本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0024] 实施例1

[0025] 如图1所示,本发明提出了一种全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器,包括依次连接的前向泵浦源1、第一隔离器2、波分复用器3、掺铥光纤4、第一均匀光纤布拉格光栅5、合束器7、第二隔离器8、后向泵浦源9。本发明提出的全光纤双波长泵浦掺铥光纤激光器采用的泵浦源为两个,且工作波长不同,分别设置于光纤激光器两端,可实现双波长同带泵浦,同时可以使掺铥光纤的前后位置对泵浦光吸收均匀,有利于掺铥光纤的热管理。

[0026] 本发明的前向泵浦源1为一集成掺铥光纤激光器整机,工作波长为1550nm。后向泵浦源9为一集成掺铥光纤激光器整机,工作波长为1900nm。由于两个泵浦源的波长都较长,可大大减小泵浦光的量子亏损,提高2 μ m掺铥光纤激光器的效率,减轻系统热管理的负担。

[0027] 第一隔离器2的工作波长为2 μ m,隔离方向如图1箭头所示,即使得前向泵浦源1产生的1550nm的泵浦光可通过,而2 μ m的激光无法通过,从而保护前向泵浦源1,避免前向泵浦源1被产生的2 μ m激光打伤损坏

[0028] 同样的,第二隔离器8的工作波长为2 μ m,隔离方向如图1箭头所示,即使得后向泵浦源9产生的1900nm的泵浦光可通过,而2 μ m的激光无法通过,从而保护后向泵浦源9,避免后向泵浦源9被产生的2 μ m激光打伤损坏。

[0029] 波分复用器3具有三个端口,分别为泵浦光耦合端口31、波长复用端口32以及信号光耦合输出端口33,第一隔离器2与波分复用器3通过泵浦光耦合端口31连接,波分复用器3与所述掺铥光纤4通过所述波长复用端口32连接,信号光耦合输出端口33用于输出2 μ m信号光。

[0030] 掺铥光纤4的纤芯直径为10 μ m,数值孔径为0.15,包层直径为130 μ m,数值孔径为0.46。

[0031] 第一均匀光纤布拉格光栅5没有方向性,中心波长2 μ m~2.05 μ m,本实施例中为2 μ m,在中心波长处的反射率大于99%,第一均匀光纤布拉格光栅5与信号光耦合输出端口33一起构成激光谐振腔,掺铥光纤4位于激光谐振腔内。该光栅在前向泵浦源的工作波长1550nm处和后向泵浦源的工作波长1900nm处的反射率小于10%,使得前向泵浦源1产生的前向1550nm泵浦光,后向泵浦源9提供的后向1900nm泵浦光均可通过。

[0032] 合束器7除了包括用于连接光栅与第二隔离器8的端口外,还包括两个用于监测光纤激光器后向回光情况的监测端口71、72。

[0033] 工作方式:

[0034] 前向泵浦源1通过一个工作在2 μ m波段的第一隔离器2和一个波分复用器3,将1550nm的前向泵浦光耦合进掺铥光纤4的纤芯。后向泵浦源9通过一个工作在2 μ m波段的第二隔离器8和合束器7,将1900nm的泵浦光耦合进掺铥光纤4的纤芯。掺铥光纤4吸收前向泵浦源1与后向泵浦源9的光后受激辐射产生微弱的激光,然后该激光在第一均匀光纤布拉格光栅5与信号光耦合输出端口33构成的激光谐振腔中来回振荡,进行多程放大,产生2 μ m波长的激光。此外,通过合束器7空悬的监测端口,可以监测系统的回光情况。

[0035] 实施例2

[0036] 本实施例与实施例1的不同之处在于,该光纤激光器还包括设置在第一均匀光纤布拉格光栅5与合束器7之间的第二均匀光纤布拉格光栅6,该光栅没有方向性,其中心波长与前向泵浦源1的工作波长相同,本实施例中其中心波长为1550nm,反射率大于99%。该光栅使未被吸收的1550nm的泵浦光重新返回掺铥光纤4中被吸收,有效地提高了对剩余泵浦光的利用率。该光栅在后向泵浦源的工作波长1900nm处的反射率小于10%,使后向泵浦源提供的泵浦光可以通过。

[0037] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

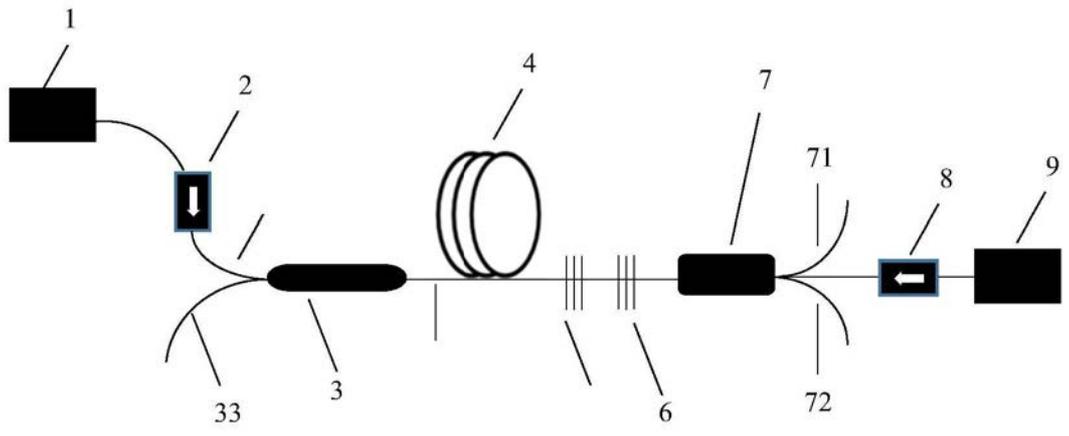


图1