

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01125609.5

[43] 公开日 2002 年 8 月 21 日

[11] 公开号 CN 1365019A

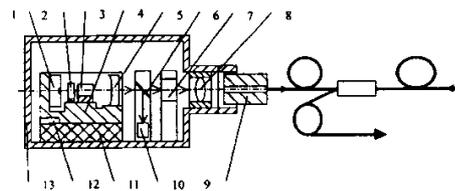
[22] 申请日 2001.8.10 [21] 申请号 01125609.5
 [71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
 地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
 [72] 发明人 叶子青 姜耀亮 郑 权

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 1 页

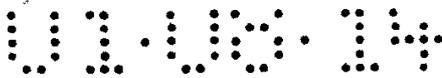
[54] 发明名称 用于光通讯的脉冲光纤拉曼放大方法及放大器

[57] 摘要

本发明是用于光通讯的脉冲光纤拉曼放大方法及放大器。解决技术 转换效率低、有噪声、结构复杂等不足，用激光器件输出光激励激光晶体，通过激光晶体或光开关器件上与相应的反射膜、谐振腔镜上与相应 反射膜表面及光开关器件发射出高重复率窄脉冲激光序列，经过分光、滤波和耦合进入光纤合成系统与信号光传播方向相反方向注入光纤系统 生成与信号光波长相匹配的增益区，泵光脉冲以行波形式与光纤内相对 传播穿过增益区形成窄脉冲激光序列进行后向激励放大。提高拉曼光转换效率，拓宽放大增益带宽；抑制产生反向布里渊散射效应和由布里渊 散射转换反向拉曼散射光，减少噪声影响及串扰效应；提高信号放大的 均匀性；输出光斑质量高而易耦合。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种用于光通讯的脉冲光纤拉曼放大方法，其特征在于：采用半导体激光器件输出光激励激光晶体，通过激光晶体或光开关器件上镀制的反射膜表面、谐振腔镜上镀制的反射膜表面及光开关器件的综合作用发射出与光转换增益相应波长的高重复率窄脉冲激光序列，经过分光、滤波、光耦合、光纤合成，再与信号光传播方向相反方向（即后向泵浦）注入光纤系统产生拉曼散射效应，并生成与信号光波长相匹配的增益区，高重复率窄脉冲激光序列以行波形式在光纤内相对信号光传播，信号光穿过增益区均匀获取足够的增益，从而形成以高重复率窄脉冲激光序列进行后向激励放大即为全固态窄脉冲光纤拉曼放大方法。

2、根据权利要求 1 所述的脉冲光纤拉曼放大方法及放大器，包括激光谐振腔机械部件 5、分束器 6、滤波器件 7、光耦合器件 8、光纤合成器件 9、光电接收器件 10、半导体致冷器件 11、温度传感器 12、外壳机械部件 13，其特征在于还包括：在半导体激光器件 1 和谐振腔镜 4 之间固定安装激光晶体 2、光开关器件 3 或在半导体激光器件 1 和光开关器件 3 之间固定安装激光晶体 2、谐振腔镜 4 或在光开关器件 3 和谐振腔镜 4 之间固定安装激光晶体 2、半导体激光器件 1，在谐振腔镜 4 的一个表面镀制与光转换增益相应波长的波长的反射膜，根据上述结构关系选择激光晶体 2 或光开关器件 3 的通光表面中的一个表面镀制与光转换增益相应波长的反射膜，其余通光表面镀制与光转换增益相应波长的减反射膜。

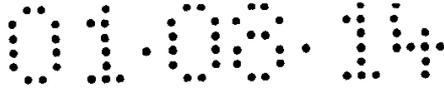
说明书

用于光通讯的脉冲光纤拉曼放大方法及放大器

技术领域：本发明创造属于光通讯有源器件技术领域，涉及对光纤拉曼放大方法及放大器的改进。

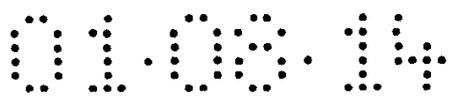
背景技术：光纤拉曼放大器是一种应用于光通讯技术领域宽带增益非线性激光放大器件，不仅能现在光通讯中 C 波段而且在兴起 L 波段甚至 S 波段通讯中将起着十分重要的作用。在目前应用的光纤拉曼放大器件中，无论是采用如图 1 所示的层叠式泵浦激光器还是采用如图 2 所示的复用式泵浦激光器，均为连续波工作的激光器件，工作时不可避免地产生反向传播的布里渊散射和由布里渊散射光激发拉曼散射。这部分光在光纤中是无用光，一是要降低有效受射拉曼散射的转换效率，二是可能引起光纤通讯中“串扰”效应。另外受激拉曼散射转换效率强烈依赖于泵浦光的功率，通讯光纤中产生拉曼效应的泵光功率阈值要比产生现在光通讯中所用的其他种类光纤放大器的功率阈值高得多。这就意味着光纤拉曼放大需要高功率输出激光技术的支撑，而目前合适波段、合适的功率输出及合适的结构三者合一的激光器件技术并未完全成熟，如图 1 所示的层叠式泵浦激光器实际是高功率固体激光泵浦的层叠转换的拉曼光纤激光器，包括泵浦用激光器 1、光纤耦合器 2、光纤 3、光波分复用系统 4、光纤光栅 5，在兼顾噪声影响时高阶斯托克斯转化效率低；如图 2 所示的复用式泵浦激光器采用多激光泵浦源组合而成，泵浦功率利用率较低；。二者结构也不可避免地复杂些。

发明内容：本发明的目的是克服目前光纤拉曼放大器件技术中，转



换效率不高，有噪声影响，结构复杂等一系列不足，提出一种新的以高重复率窄脉冲激光序列进行后向激励放大的全固态窄脉冲光纤拉曼放大方法的工作模式，采用了半导体激光器件输出光激励激光晶体，通过激光晶体或光开关器件上镀制的反射膜表面、谐振腔镜上镀制的反射膜表面及光开关器件的综合作用发射出与光转换增益相应波长的高重复率窄脉冲激光序列，经过分光、滤波、光耦合、光纤合成，再与信号光传播方向相反方向（即后向泵浦）注入光纤系统产生拉曼散射效应，并生成与信号光波长相匹配的增益区，高重复率窄脉冲激光序列以行波形式在光纤内相对信号光传播，信号光穿过增益区均匀获取足够的增益，从而形成以高重复率窄脉冲激光序列进行后向激励放大即为全固态窄脉冲光纤拉曼放大方法。放大器的基本结构如图 3 所示包括：半导体激光器件、激光晶体、光开关器件、谐振腔镜、激光谐振腔机械部件、分束器、滤波器件、光耦合器件、光纤合成器件、光电接收器件、半导体致冷器件、温度传感器、外壳机械部件，其特征在于：在半导体激光器件和谐振腔镜之间固定安装激光晶体、光开关器件或在半导体激光器件和光开关器件之间固定安装激光晶体、谐振腔镜或在光开关器件和谐振腔镜之间固定安装激光晶体、半导体激光器件，在谐振腔镜的一个表面镀制与光转换增益相应波长的波长的反射膜，根据上述结构关系选择激光晶体或光开关器件的通光表面中的一个表面镀制与光转换增益相应波长的反射膜，其余通光表面镀制与光转换增益相应波长的减反射膜。

动态工作过程：半导体激光器件通电后，激光晶体，光开关器件、谐振腔镜综合作用发射出与光转换增益相应波长的高重复率窄脉冲激光



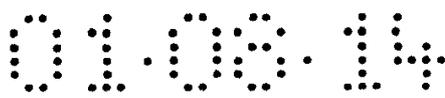
序列，经过光分束器、滤波器和泵光耦合系统进入光纤合成系统，通过光纤合成系统作用后，在光纤内与信号光相对传播，使信号光获取足够的增益；半导体激光器件、激光晶体、光开关器件、谐振腔镜、激光谐振腔机械部件固定在一个半导体致冷器上，通过光转换系统控温保证器件长期在工程环境下稳定输出；从分束器分出的另一束光入射一个光电接收器，为驱动源提供稳定光功率、脉冲重复率的同步反馈信号；滤波器有效隔离光纤系统中有害于泵源稳定运转的杂光进入泵浦源系统；泵光耦合系统除有将光能量耦合进光纤功能外，还有作为器件整体密封的输出窗口的功能。光纤合成系统具有将泵光从与信号光传播方向相反方向注入光纤系统和将信号光另行导出的功能。由此形成窄脉冲全固态光纤拉曼放大器。

优点和积极效果：

由于拉曼光转换基于非线性效应，利用窄脉冲的高峰值功率，不仅可在低平均功率状态下和在较长的光纤长度内大大提高拉曼光转换效率，而且可利用高阶斯托克斯转换拓宽放大增益带宽。

因为相对产生光纤中拉曼效应泵浦阈值低二个数量级的布里渊散射效应的响应时间为纳秒级，故纳秒级脉冲泵浦可有效地避免或抑制产生反向布里渊散射效应和由布里渊散射转换反向拉曼散射光，提高放大净增益，减少了放大噪声及散弹噪声、信号—ASE自发拍频噪声和ASE自发拍频噪声的影响。

低平均功率高重复率脉冲序列后向泵浦行波放大，提高了信号放大的均匀性，避免或减少在光通讯DWDM系统中的“串扰”效应。



光转换系统中光开关器件的动态光阑效应可保证输出光斑质量高而易耦合；激光晶体相对其他种类激光工作物质而言，获得高重复率高峰值功率窄脉冲技术要成熟得多。本发明提供一种新的用高重复率窄脉冲激光序列进行后向激励放大的窄脉冲全固态光纤拉曼放大方法。

附图说明：

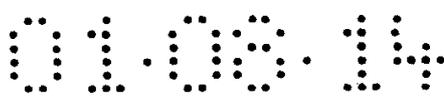
图 1 是现有技术的层叠式泵浦激光器示意图

图 2 是现有技术的复用式泵浦激光器示意图

图 3 是本实用新型技术的光纤拉曼放大泵浦激光器示意图

具体实施方式：基本结构如图 3 所示包括半导体激光器件 1、激光晶体 2、光开关器件 3、谐振腔镜 4、激光谐振腔机械部件 5、分束器 6、滤波器件 7、光耦合器件 8、光纤合成器件 9、光电接收器件 10、半导体致冷器件 11、温度传感器 12、外壳机械部件 13。半导体激光器件 1 采用 808nm 波长的 C 型封装的半导体激光器。以近贴方式激励与吸收 808nm 波长的固体激光晶体 2——Nd: YVO₄ 晶体，Nd: YVO₄ 晶体与半导体激光器相近的表面镀制光转换增益相应波长的高反膜。谐振腔镜 4 采用平凹镜，凹面朝 Nd: YVO₄ 晶体，凹面上镀制光转换增益相应波长部分高反膜。Nd: YVO₄ 晶体与谐振腔镜之间安装光开关器件 3——固体饱和吸收体 Cr: YAG 晶体，产生重复率约 150k 赫兹、脉宽约 10⁻⁸ 秒的脉冲序列。激光谐振腔机械部件 5 外表做保温处理后固定在一个半导体致冷器 11 上，通过温度传感器 12——热敏电阻反馈控温保证器件长期在工程环境下稳定输出。

激光谐振腔机械部件 5 采用小热容、高热导的铝合金制作。



从分束器 6 分出的另一束光入射一个光电接收器件 10，光电接收器件 10 采用硅光电池，由其提供稳定光功率、脉冲重复率和外触发所用的同步反馈信号。

滤波器件 7 采用 DWDM 用的窄带滤光片，有效隔离光纤系统中有害于泵源稳定运转的杂光进入泵浦源系统。

光耦合器件 8 采用自聚焦透镜器件，用胶封接在外壳机械部件 13 孔中。除有将光能量耦合进光纤功能外，还有作为器件整体密封的输出窗口的功能。

光纤合成器件 9 采用标准的 2×1 型光纤合成系统(耦合器)。

半导体激光器件 1、激光晶体 2、光开关器件 3、谐振腔镜 4、激光谐振腔机械部件 5、分束器 6、滤波器件 7、光耦合器件 8、光纤合成器件 9、光电接收器件 10、半导体致冷器件 11、温度传感器 12 密封在充满高纯氮气的外壳机械部件 13 内，保证器件长期运转的需要。外壳机械部件 13 采用小热容、高热导的铝合金制作。

说明书附图

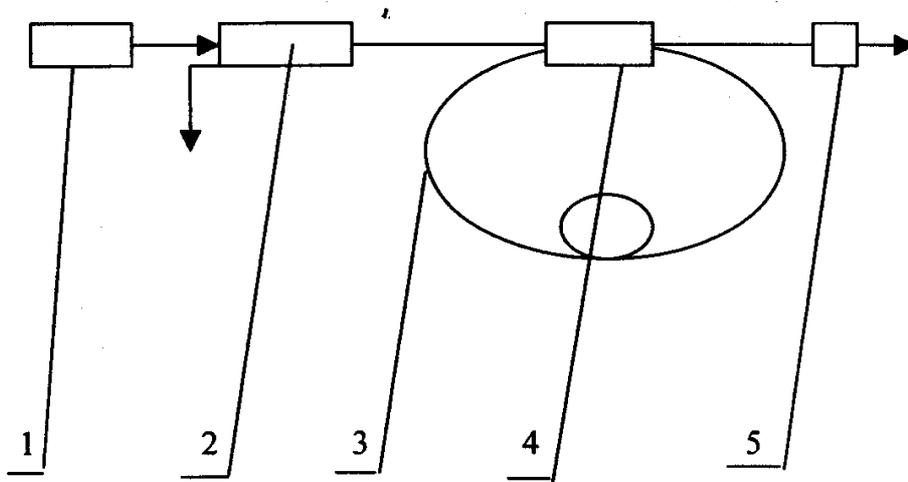


图 1

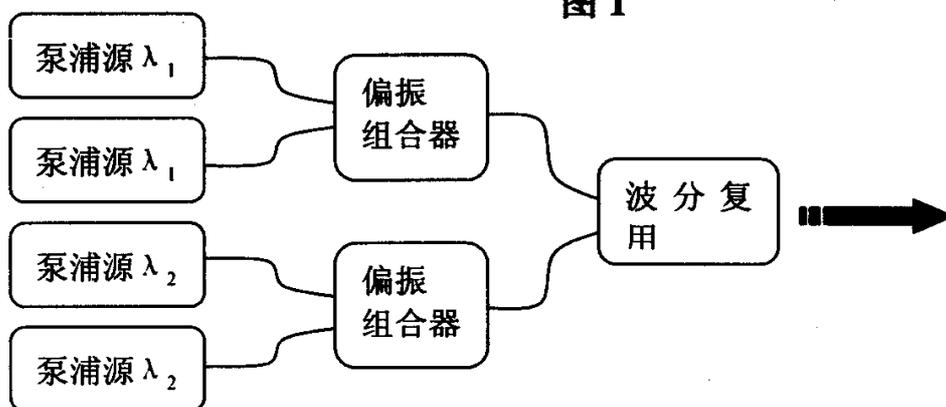


图 2

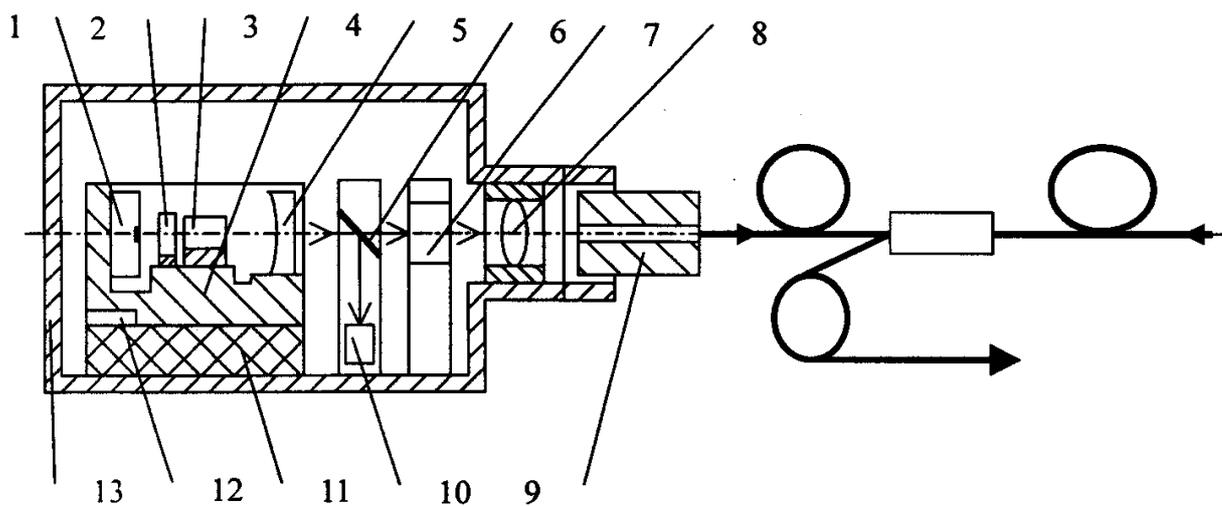


图 3