

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 11 月 21 日 (21.11.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/218264 A1

(51) 国际专利分类号:
H01S 3/067 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/087052

(22) 国际申请日: 2018 年 5 月 16 日 (16.05.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/ CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

(72) 发明人: 钟亥哲(ZHONG, Haizhe); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 杨建龙(YANG, Jianlong); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 李瑛(LI, Ying); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 戴达华(DAI, Dahua); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

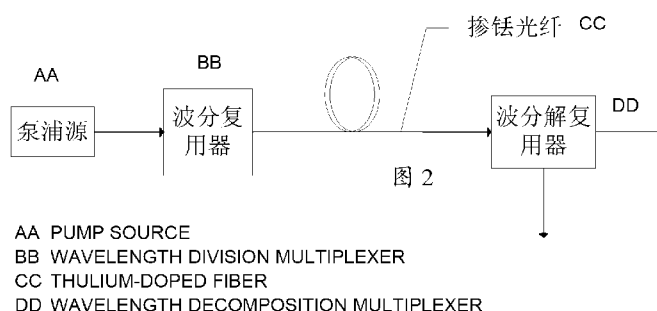
(74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所 (普通合伙)(HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市福田区南园路 68 号上步大厦 10H, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

(54) Title: THULIUM-DOPED FIBER LASER AMPLIFIER

(54) 发明名称: 一种掺铥光纤激光放大器



(57) Abstract: The present invention discloses a thulium-doped fiber laser amplifier, which comprises a pump source, a wavelength division multiplexer, a thulium-doped fiber, and a wavelength decomposition multiplexer. The thulium-doped fiber is a double-clad structure. Signal light of 2 μm emitted from a signal source enters the laser amplifier from the outside. The signal light together with the pump light emitted by the pump source enters the wavelength division multiplexer, and, after being coupled by the wavelength division multiplexer, is then transmitted by the thulium-doped fiber to the wave decomposition multiplexer. In the transmission process, the thulium-doped fiber absorbs the pump light and amplifies the signal light, and the wave decomposition multiplexer outputs the remaining pump light and the amplified signal light. The thulium-doped fiber in the laser amplifier provided by the present invention is a double-cladding structure, and readily obtains high coupling efficiency. With long optical fibers as a gain medium, amplified spontaneous emission (ASE) noise in the optical fiber laser amplifier can be suppressed. By using an appropriate pump source (793 nm), the invention can reduce the absorption of signal light by a gain fiber in the short-wavelength region (< 1900 nm) and achieve effective amplification of 2 μm wide-bandwidth signal light, while suppressing ASE noise.



IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本发明公开了一种掺铥光纤激光放大器，其包括泵浦源、波分复用器、掺铥光纤、波分解复用器，掺铥光纤为双包层结构，信号源发出的2 μ m信号光由外部进入激光放大器，与泵浦源发出的泵浦光一并入射至波分复用器，经波分复用器耦合后，再由掺铥光纤传输至波分解复用器，在传输过程中，掺铥光纤吸收泵浦光并放大信号光，波分解复用器输出剩余的泵浦光和放大后的信号光。需要了解的是，本发明所提供的激光放大器中的掺铥光纤为双包层结构，易于得到较高的耦合效率，以长光纤为增益介质，可以抑制光纤激光放大器中的ASE噪声，配合合适的泵浦源（793nm），即可在抑制ASE噪声的前提下，减小增益光纤对短波长区域（<1900nm）信号光的吸收，实现对宽带宽2 μ m信号光的有效放大。

一种掺铥光纤激光放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及激光技术领域，更具体地，涉及一种掺铥光纤激光放大器。

背景技术

[0002] 现阶段，可由固体激光器直接得到高效率激光输出的激光源主要集中在800nm，1 μ m，1.5 μ m以及2 μ m。其中，2 μ m波长正好处于水分子的吸收峰，还覆盖了众多的分子指纹谱，在医疗和生物学研究方面有广泛的应用前景，而在光通信领域，宽带宽的2 μ m激光非常适用于多波长的波分复用（WDM）。鉴于2 μ m激光在各领域的广泛应用，近年来，2 μ m光纤激光器以及放大器得到了人们的普遍关注。

[0003] 现有光纤激光放大器通常可以通过增加光纤的长度来抑制激光放大过程中的ASE（Amplified Spontaneous Emission，放大自发辐射）噪声，但是，由于2 μ m宽带激光的短波长区域正好处于掺铥光纤的吸收谱，增加光纤长度虽然可以为2 μ m宽带激光的长波长区域提供额外的增益，但是也同时会加剧增益光纤对其短波长区域的吸收进而造成激光放大器的增益带宽窄化。

[0004] 技术人员为优化激光放大器的增益带宽而提供了多种方法，但是这些方法都比较复杂，还需用到很多额外部件，因此，提供一种能够使用足够长的增益光纤来实现抑制ASE，且能保持较好增益带宽的激光放大器是亟待解决的。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种掺铥光纤激光放大器，旨在解决如何通过增加光纤的长度抑制激光放大过程中的ASE噪声，且能保持较好增益带宽的技术问题。

[0006] 为实现上述目的，本发明提供一种掺铥光纤激光放大器，该激光放大器包括泵浦源、波分复用器、掺铥光纤、波分解复用器；所述掺铥光纤为双包层结构，采用包层泵浦技术；所述波分复用器的第一端通过掺铥光纤与所述波分解复用器连接；

- [0007] 信号源发出的2 μ m信号光由外部进入激光放大器，与所述泵浦源发出的泵浦光一并入射至所述波分复用器；
- [0008] 所述波分复用器耦合所述泵浦光和所述2 μ m信号光，再将耦合后的所述泵浦光和所述2 μ m信号光输入所述掺铥光纤，由所述掺铥光纤传输至所述波分解复用器，在传输过程中，所述掺铥光纤吸收所述泵浦光并放大所述2 μ m信号光；
- [0009] 所述波分解复用器输出剩余的泵浦光和放大后的2 μ m信号光。
- [0010] 可选的，泵浦源输出泵浦光的波长为793nm、1053nm、1550nm中的一种。
- [0011] 可选的，掺铥光纤的铥离子浓度为 $8.4 \times 10^{25}/\text{m}^3$ 。
- [0012] 可选的，泵浦源的功率范围为0.5~3.5W。
- [0013] 可选的，信号源的功率范围为-20dBm~10dBm。
- [0014] 可选的，掺铥光纤的纤芯直径范围为9~12 μ m，包层直径范围为80~250 μ m，数值孔径范围为0.12~0.14。
- [0015] 可选的，激光放大器还包括信号源，所述信号源与所述泵浦源分别与所述波分复用器的第二端、第三端连接，所述信号源发出的2 μ m信号光与所述泵浦源发出的泵浦光分别通过所述波分复用器的第二端、第三端入射至所述波分复用器。
- [0016] 有益效果
- [0017] 本发明提供了一种掺铥光纤激光放大器，该激光放大器包括泵浦源、波分复用器、掺铥光纤、波分解复用器，掺铥光纤为双包层结构，采用包层泵浦技术，波分复用器的第一端通过掺铥光纤与波分解复用器的一端连接；信号源发出的2 μ m信号光由外部进入激光放大器，与泵浦源发出的泵浦光一并入射至波分复用器，波分复用器耦合泵浦光和2 μ m信号光，再将耦合后的泵浦光和2 μ m信号光输入掺铥光纤，由掺铥光纤传输至波分解复用器，在传输过程中，掺铥光纤吸收泵浦光并放大2 μ m信号光，波分解复用器输出剩余的泵浦光和放大后的2 μ m信号光。需要了解的是，本发明所提供的激光放大器中的掺铥光纤具有双包层结构，采用包层泵浦易于得到较高的耦合效率，相比于纤芯泵浦，包层泵浦的吸收系数较低，一般需要用到较长的增益光纤，而以长光纤为增益介质，恰好可以抑制光纤激光放大器中的ASE噪声。对2 μ m的宽带掺铥光纤激光放大器，增加光纤长度虽然可以抑制ASE，但是由于光纤长度的增加，对2 μ m宽带信号光的短波

长区域的吸收会更为剧烈，造成增益带宽窄化。配合合适的泵浦源（793nm），本发明所提供的激光放大器即可在抑制ASE噪声的前提下，减小增益光纤对其短波长区域（<1900nm）的吸收，实现对2μm宽带信号光的有效放大。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为纤芯泵浦掺铥光纤激光放大器基于不同长度增益光纤得到的增益谱；

[0020] 图2为本发明提供的掺铥光纤激光放大器结构示意图；

[0021] 图3为本发明提供的掺铥光纤激光放大器采用的包层泵浦方式示意图；

[0022] 图4为本发明提供掺铥光纤激光放大器另一种结构示意图；

[0023] 图5为石英光纤中Tm³⁺的能级图；

[0024] 图6为石英光纤中Tm³⁺的吸收和发射截面谱；

[0025] 图7为以793nm和1550nm激光为泵浦光时本发明提供的掺铥光纤激光放大器得到的增益谱。

具体实施方式

[0026] 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而非全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0027] 参见图1，图1为纤芯泵浦TDFA（Thulium-Doped Fiber Amplifier，掺铥光纤放大器）的仿真实验结果，具体的，为基于不同长度（1m-5m）的增益光纤所得到的TDFA增益谱，该实验所采用光纤的光纤纤芯、包层直径分别为5μm和125μm，数值孔径NA为0.26，在该实验中，激光放大器采用的是带内泵浦的泵浦方式（即以1550nm激光为泵浦光），泵浦光功率为0.3W，信号光功率为-20dBm。根据实验结果可知，随着光纤长度的增加，光纤的传输损耗随之增加，对几乎所

有的信号光波长，增益都有所降低。其中，短波长（<1900nm）激光增益的下降速度比长波长激光更为显著，这是因为TDF（Thulium-Doped Fiber，掺铥光纤）对短波长激光有更强烈的吸收。而在2 μ m附近，TDFA的增益则呈现出逐渐增强的趋势，2m-5m光纤在长波长区域的增益超过了1m的光纤。

[0028] 可见，使用足够长的增益光纤不仅可以抑制ASE噪声，还能为2 μ m宽带信号光的长波长区域提供额外的增益，但是这样会造成对其短波长区域的强烈的吸收，进而造成增益带宽窄化，因此如何通过增加光纤的长度抑制激光放大过程中的ASE噪声，且能保持较好增益带宽是2 μ m宽带光纤激光放大器亟待解决的技术问题。

[0029] 图2为本实施例提供的掺铥光纤激光放大器的一种结构示意图，该掺铥光纤激光放大器包括：泵浦源、波分复用器、掺铥光纤、波分解复用器，该掺铥光纤激光放大器中，各个器件的连接关系为：波分复用器的第一端通过掺铥光纤与波分解复用器的一端连接。在该掺铥光纤激光放大器中掺铥光纤为双包层结构，采用包层泵浦技术，该泵浦方式可参见图3，2 μ m信号光和泵浦光的光线路分别为光线路1、光线路2。该掺铥光纤放大器在使用时，信号源发出的2 μ m信号光由外部进入激光放大器，与泵浦源发出的泵浦光一并入射至波分复用器，波分复用器耦合泵浦光和2 μ m信号光，再将耦合后的泵浦光和2 μ m信号光输入掺铥光纤，由掺铥光纤传输至波分解复用器，在传输过程中，掺铥光纤吸收泵浦光并放大2 μ m信号光，最后由波分解复用器分两路分别输出剩余的泵浦光和放大后的2 μ m信号光。

[0030] 在本实施例的另外一个示例中，激光放大器还包括信号源，信号源与泵浦源分别与波分复用器的第二端、第三端连接，参见图4所示，此时信号源发出的2 μ m信号光与泵浦源发出的泵浦光分别通过波分复用器的第二端、第三端入射至波分复用器，波分复用器耦合泵浦光和2 μ m信号光，再将耦合后的泵浦光和2 μ m信号光输入掺铥光纤，由掺铥光纤传输至波分解复用器，在传输过程中，掺铥光纤吸收泵浦光并放大2 μ m信号光，最后由波分解复用器分两路分别输出剩余的泵浦光和放大后的2 μ m信号光。

[0031] 在本实施例的另外一些示例中，泵浦源输出泵浦光的波长为793nm、1053nm、

1550nm中的一种；掺铥光纤的铥离子浓度为 $8.4 \times 10^{25}/\text{m}^3$ ；泵浦光的功率范围为0.5~3.5W；信号光的功率范围为-20dBm~10dBm；掺铥光纤的纤芯直径范围为9~12 μm ，包层直径范围为80~250 μm ，数值孔径范围为0.12~0.14。

[0032] 参见图5、图6，图5、图6分别为石英光纤中 Tm^{3+} 的能级图和石英光纤中 Tm^{3+} 的吸收和发射截面谱。在图5中，能级1、2、3、4分别代表 $^3\text{H}_6$ 、 $^3\text{F}_4$ 、 $^3\text{H}_5$ 、 $^3\text{H}_4$ 能级，依据泵浦能级跃迁的不同，掺铥光纤激光放大器的泵浦源可选择793nm，1053nm或者1550nm，分别对应 $^3\text{H}_6 \rightarrow ^3\text{H}_4$ ， $^3\text{H}_6 \rightarrow ^3\text{H}_5$ 以及 $^3\text{H}_6 \rightarrow ^3\text{F}_4$ 的泵浦能级跃迁，其中，对于2 μm 的掺铥光纤激光放大器，2 μm 信号光的放大来自于 $^3\text{F}_4 \rightarrow ^3\text{H}_6$ 的能级跃迁，其中心波长一般为1.8 μm -2.1 μm 。

[0033] 图7展示了分别以793nm和1550nm的泵浦光入射至本发明提供的掺铥光纤激光放大器得到的增益谱。在这两种实验中，均采用了包层泵浦以及相同的运转参数，纤芯、包层直径分别为10 μm 和130 μm ，数值孔径NA为0.15，光纤长度固定为5m，泵浦光功率为3.5W，2 μm 信号光功率为-20dBm。参见图7，相比于采用1550nm泵浦的掺铥光纤激光放大器，采用793nm泵浦的掺铥光纤激光放大器在短波长区域的增益得到了显著增强，进而使得以793nm半导体激光为泵浦光时的增益带宽得到了相应的展宽，此时的增益峰比使用1550nm半导体激光时的增益峰略有下降。可见，在该实施例的一个示例中，配合合适的泵浦源（793nm），本发明所提供的激光放大器不仅可以抑制放大自发辐射（ASE）噪声，还能减小增益光纤对2 μm 宽带信号光短波长区域（<1900nm）的吸收，实现对宽带宽2 μm 信号光的有效放大。

[0034] 本实施例提供了一种掺铥光纤激光放大器，由于现有的光纤激光放大器在放大2 μm 信号光时，增加增益光纤的长度虽然可以抑制ASE，但是由于光纤长度的增加，对2 μm 宽带信号光的短波长区域的吸收会更为剧烈，造成增益带宽窄化。而本发明所提供的激光放大器中的掺铥光纤具有双包层结构，采用包层泵浦易于得到较高的耦合效率，相比于纤芯泵浦，包层泵浦的吸收系数较低，一般需要用到较长的增益光纤，而以长光纤为增益介质，恰好可以抑制光纤激光放大器中的ASE噪声。配合合适的泵浦源（793nm），本发明所提供的激光放大器即可在抑制ASE噪声的前提下，减小增益光纤对其短波长区域（<1900nm）的吸收，

实现对2 μ m宽带信号光的有效放大。

[0035] 需要说明的是，对于前述的各方法实施例，为了简便描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本发明，某些步骤可以采用其它顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作和模块并不一定都是本发明所必须的。

[0036] 在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述的部分，可以参见其它实施例的相关描述，同时，上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣，本领域的普通技术人员在本发明的启示下，在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可做出很多形式，这些均属于本发明的保护之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种掺铥光纤激光放大器，其特征在于，所述激光放大器包括泵浦源、波分复用器、掺铥光纤、波分解复用器；所述掺铥光纤为双包层结构；所述波分复用器的第一端通过掺铥光纤与所述波分解复用器连接；
- 信号源发出的 $2\mu\text{m}$ 信号光由外部进入激光放大器，与所述泵浦源发出的泵浦光一并入射至所述波分复用器；
- 所述波分复用器耦合所述泵浦光和所述 $2\mu\text{m}$ 信号光，再将耦合后的所述泵浦光和所述 $2\mu\text{m}$ 信号光输入所述掺铥光纤，由所述掺铥光纤传输至所述波分解复用器，在传输过程中，所述掺铥光纤吸收所述泵浦光并放大所述 $2\mu\text{m}$ 信号光；
- 所述波分解复用器输出剩余的泵浦光和放大后的 $2\mu\text{m}$ 信号光。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的激光放大器，其特征在于，所述泵浦源输出泵浦光的波长为793nm、1053nm、1550nm中的一种。
- [权利要求 3] 如权利要求1所述的激光放大器，其特征在于，所述掺铥光纤的铥离子浓度为 $8.4 \times 10^{25}/\text{m}^3$ 。
- [权利要求 4] 如权利要求1所述的激光放大器，其特征在于，所述泵浦源的功率范围为0.5~3.5W。
- [权利要求 5] 如权利要求1所述的激光放大器，其特征在于，所述信号源的功率范围为-20dBm~10dBm。
- [权利要求 6] 如权利要求1-5任一项所述的激光放大器，其特征在于，所述激光放大器还包括信号源。所述信号源与所述泵浦源分别与所述波分复用器的第二端、第三端连接，所述信号源发出的 $2\mu\text{m}$ 信号光与所述泵浦源发出的泵浦光分别通过所述波分复用器的第二端、第三端入射至所述波分复用器。
- [权利要求 7] 如权利要求6所述的激光放大器，其特征在于，所述掺铥光纤的纤芯直径范围为 $9 \sim 12\mu\text{m}$ ，包层直径范围为 $80 \sim 250\mu\text{m}$ ，数值孔径范围为0.12~0.14。

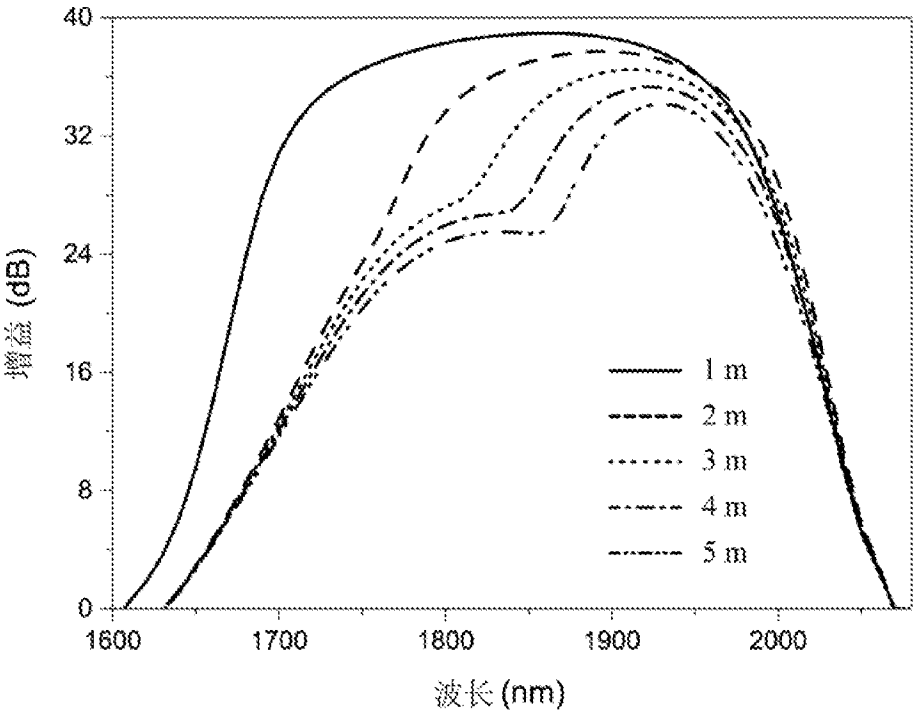


图 1

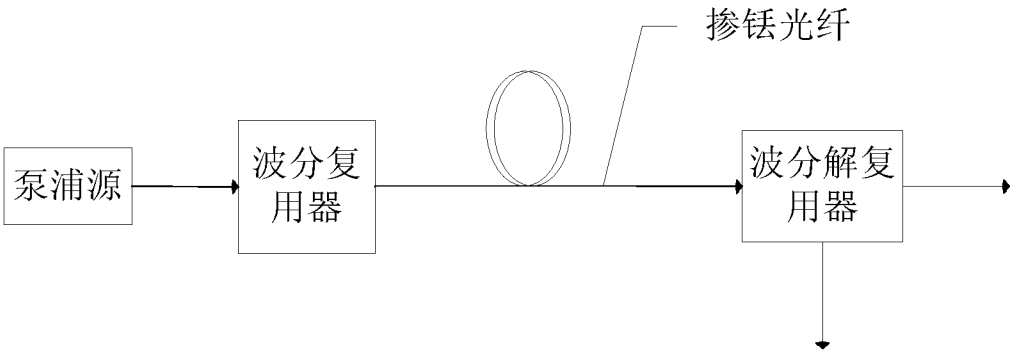


图 2

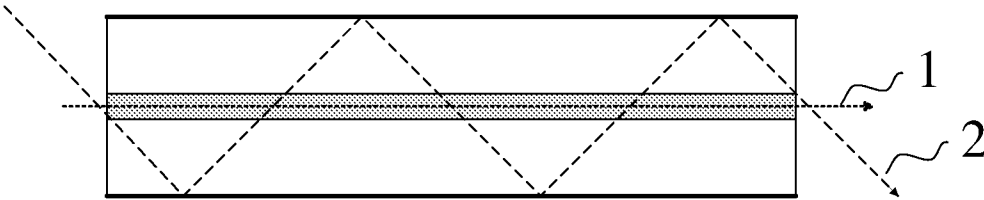


图 3

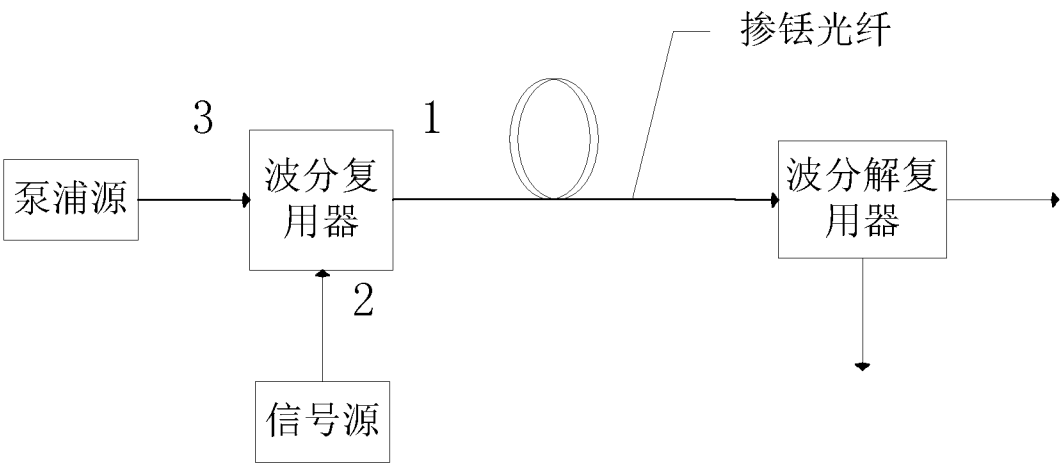


图 4

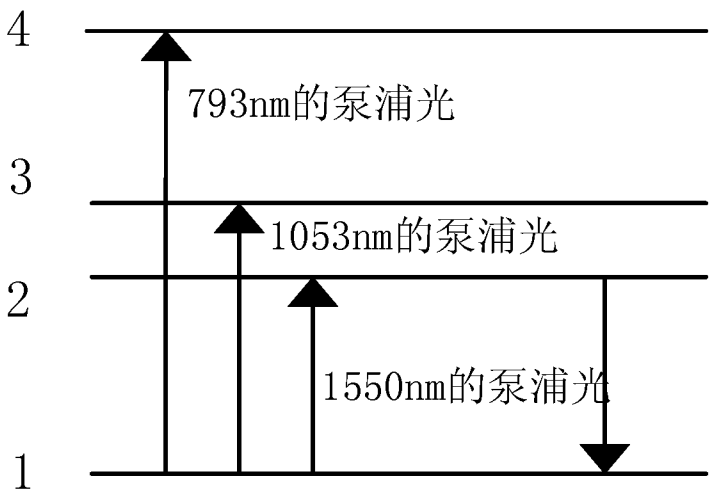


图 5

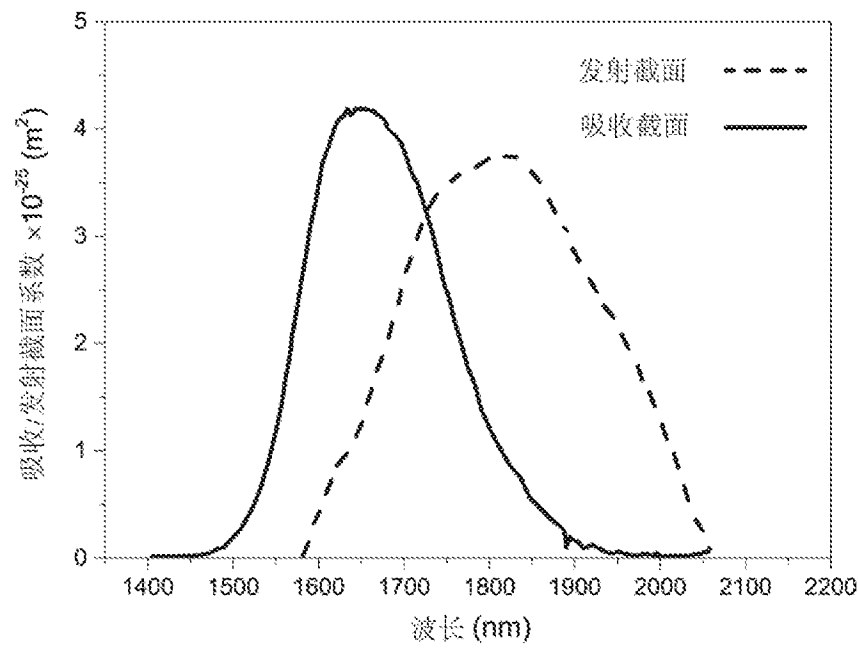


图 6

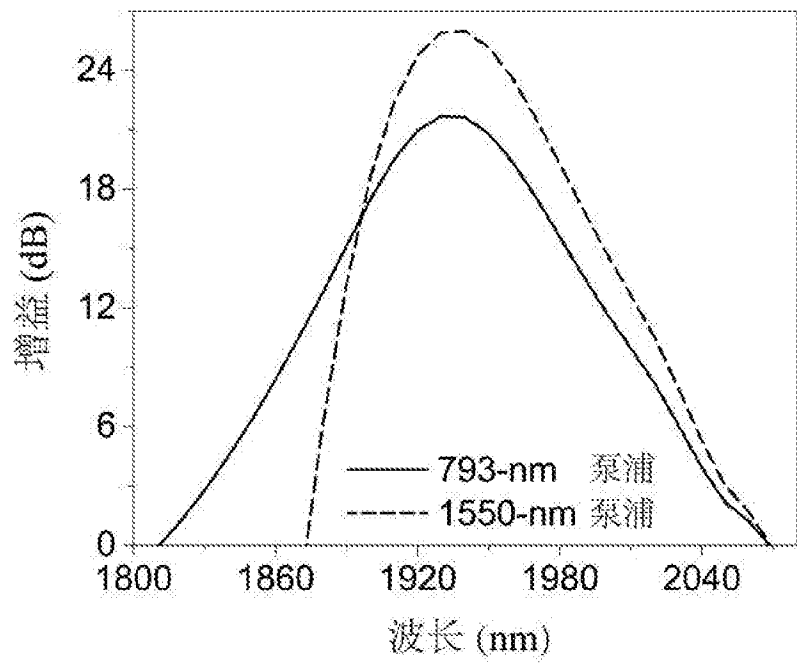


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/087052

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/067(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 激光, 光纤, 放大, 红外, 2微米, 双包层, 铥, laser+, fiber, fibre, amplif+, double clad+, infrared, 2 micron, thulium, Tm

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	刘江 等 (LIU, Jiang et al.). "百瓦级全光纤掺铥光纤激光器及超荧光光源 (Hundred-Watt-Level All-Fiber Thulium-Doped Fiber Laser and Superfluorescent Source)" <i>中国激光 (Chinese Journal of Lasers)</i> , Vol. 41, No. 4, 30 April 2014 (2014-04-30), ISSN: 0258-7025, page 0402-0052, left column, paragraph 2 to right column, last paragraph	1-7
X	CN 106099635 A (SHANDONG HAIFU PHOTONICS TECH CO., LTD.) 09 November 2016 (2016-11-09) description, paragraphs [0018]-[0025], and figures 1 and 2	1-7
X	CN 107732640 A (SHENZHEN POWER SUPPLY CO., LTD. ET AL.) 23 February 2018 (2018-02-23) description, paragraphs [0024]-[0028], and figure 1	1-7
A	US 2011228382 A1 (NKT PHOTONICS A/S) 22 September 2011 (2011-09-22) entire document	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 July 2018

Date of mailing of the international search report

13 December 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/087052

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106099635	A	09 November 2016	None			
CN	107732640	A	23 February 2018	None			
US	2011228382	A1	22 September 2011	JP	5415553	B2	12 February 2014
				WO	2010060435	A1	03 June 2010
				US	9001414	B2	07 April 2015
				EP	2371043	A4	04 January 2017
				EP	2371043	A1	05 October 2011
				JP	2012510176	A	26 April 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/087052

A. 主题的分类 H01S 3/067 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 激光, 光纤, 放大, 红外, 2微米, 双包层, 铥, laser+, fiber, fibre, amplif+, double clad+, infrared, 2 micron, thulium, Tm																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>刘江 等. "百瓦级全光纤掺铥光纤激光器及超荧光光源" 中国激光, 第41卷, 第4期, 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30), ISSN: 0258-7025, 第0402005-2页左栏第2段到右栏倒数第1段</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 106099635 A (山东海富光子科技股份有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第[0018]-[0025]段, 附图1-2</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107732640 A (深圳供电局有限公司 等) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23) 说明书第[0024]-[0028]段, 附图1</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011228382 A1 (NKT PHOTONICS A/S) 2011年 9月 22日 (2011 - 09 - 22) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	刘江 等. "百瓦级全光纤掺铥光纤激光器及超荧光光源" 中国激光, 第41卷, 第4期, 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30), ISSN: 0258-7025, 第0402005-2页左栏第2段到右栏倒数第1段	1-7	X	CN 106099635 A (山东海富光子科技股份有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第[0018]-[0025]段, 附图1-2	1-7	X	CN 107732640 A (深圳供电局有限公司 等) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23) 说明书第[0024]-[0028]段, 附图1	1-7	A	US 2011228382 A1 (NKT PHOTONICS A/S) 2011年 9月 22日 (2011 - 09 - 22) 全文	1-7
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	刘江 等. "百瓦级全光纤掺铥光纤激光器及超荧光光源" 中国激光, 第41卷, 第4期, 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30), ISSN: 0258-7025, 第0402005-2页左栏第2段到右栏倒数第1段	1-7															
X	CN 106099635 A (山东海富光子科技股份有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第[0018]-[0025]段, 附图1-2	1-7															
X	CN 107732640 A (深圳供电局有限公司 等) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23) 说明书第[0024]-[0028]段, 附图1	1-7															
A	US 2011228382 A1 (NKT PHOTONICS A/S) 2011年 9月 22日 (2011 - 09 - 22) 全文	1-7															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2018年 7月 9日		国际检索报告邮寄日期 2018年 12月 13日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 邓泽微 电话号码 86- (0512) -88996650															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/087052

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106099635	A	2016年 11月 9日	无			
CN	107732640	A	2018年 2月 23日	无			
US	2011228382	A1	2011年 9月 22日	JP	5415553	B2	2014年 2月 12日
				WO	2010060435	A1	2010年 6月 3日
				US	9001414	B2	2015年 4月 7日
				EP	2371043	A4	2017年 1月 4日
				EP	2371043	A1	2011年 10月 5日
				JP	2012510176	A	2012年 4月 26日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)