

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103050873 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201210588313. 4

(22) 申请日 2012. 12. 29

(71) 申请人 山东海富光子科技股份有限公司
地址 264209 山东省威海市高技术产业开发
区火炬路 213-3 号创新创业基地 C 座
401

(72) 发明人 史伟 房强

(74) 专利代理机构 威海科星专利事务所 37202
代理人 于涛

(51) Int. Cl.
H01S 3/067(2006. 01)
H01S 3/11(2006. 01)

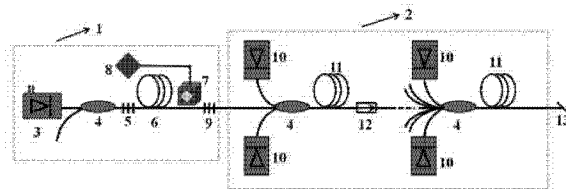
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 5 页

(54) 发明名称

高功率脉冲型掺镱全光纤激光器系统

(57) 摘要

本发明公开了一种高功率脉冲型掺镱全光纤激光器系统,包含主振荡器和功率放大器,主振荡器可以是调 Q 全光纤激光器,可以是工作在 1 微米波段的光纤耦合的增益开关型脉冲半导体激光器,可以是对连续型光纤激光器调制得到的激光脉冲,以一种使用压电元件作为调 Q 元件的调 Q 光纤激光器为例,它包括泵浦半导体激光器,合束器,高反射率光纤布拉格光栅,掺镱光纤,压电元件及其调制信号驱动电路,写制于保偏光纤上的低反射率光纤布拉格光栅,以及输出光纤,功率放大器是由一个或若干个放大级组成的光纤放大器,光纤放大级包括泵浦半导体激光器,合束器,掺镱光纤,各个放大级之间有一个光纤隔离器,本发明的优点在于整个系统只需风冷,体积小、光斑优,稳定可靠,维护简单。



1. 一种高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特征在于:它包括主振荡器(1)和功率放大器(2)两部分组成,

所述的主振荡器是一种使用压电元件(piezoelectric element)作为调Q元件的调Q光纤激光器(见图2),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与写于保偏光纤上的低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,掺镱双包层光纤与低反光纤布拉格光栅(9)间设有调制信号驱动电路(8)和压电元件(7),调制信号驱动电路(8)用来驱动压电元件(7)周期性按压腔内光纤以调制光的偏振方向,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与功率放大器信号输入端相连;或所述的主振荡器是一种以声光调制器或电光调制器为调Q元件的调Q光纤激光器(见图3),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与光纤耦合声光调制器或电光调制器(14)连接,调制器另一端与低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与功率放大器信号输入端相连;或所述的主振荡器是一种对连续型光纤激光器进行调制得到的激光脉冲(见图4),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与光纤耦合声光调制器或电光调制器(14)连接,调制器另一端与功率放大器信号输入端相连;或所述的主振荡器是一种带尾纤的增益开关(gain switch)型脉冲半导体激光器(见图5),它包括电脉冲驱动器(15),波长工作在1 μ m波段的带尾纤的半导体激光器(16),电脉冲驱动器输出电流脉冲驱动半导体激光器输出激光脉冲,

所述的功率放大器是由一个或几个光纤放大级组成的光纤放大器,其中每个光纤放大级包括:一个光纤合束器(4),光纤合束器的信号端接种子源(1)或前一级光纤放大级的输出端,光纤合束器的泵浦端接泵浦激光(10),光纤合束器的输出端与增益光纤(大芯径掺镱双包层光纤)(11)相连,每一个光纤放大级之间焊接一个光纤隔离器(12),最后一级光纤放大级输出端接输出光纤(13)。

2. 权利要求1所述的高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特点在于,所述的功率放大器(2)中,使用的泵浦激光(10)可以是带尾纤的半导体激光器,工作波长是915纳米,940纳米或者978纳米,所使用的泵浦激光(10)还可以是掺镱光纤激光器,采用同带泵浦方式对大芯径掺镱双包层光纤进行抽运。

3. 按权利要求1所述的高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特点在于,所述的功率放大器(2)中,对大芯径掺镱双包层光纤的抽运采用正向泵浦方式。

4. 按权利要求1所述的高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特点在于,所述的功率放大器(2)中,对大芯径掺镱双包层光纤的抽运采用反向泵浦方式。

5. 按权利要求1所述的高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特点在于,所述的功率放大器(2)中,对大芯径掺镱双包层光纤的抽运采用正向反向泵浦方式并用。

6. 按权利要求1所述的高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特点在于,所述的输出光

纤(13),输出端熔有石英玻璃端帽,呈8度以上倾斜角并在端面镀有抑制自激振荡的信号光防反射膜。

高功率脉冲型掺镱全光纤激光器系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光纤激光器,尤其是一种高功率脉冲型掺镱全光纤激光器系统,属于光纤及激光技术领域。

背景技术

[0002] 光纤激光器是以掺杂稀土元素的光纤为增益介质的激光器,通过掺杂不同的稀土元素,如铒(Er),镱(Yb),铥(Tm),钬(Ho),钕(Nd)等,光纤激光器的工作波段覆盖了从紫外到中红外。与其他激光器相比,光纤激光器具有激光工作阈值低,能量转化率高、输出光束质量好、结构紧凑稳定、无需光路调整、散热性能好、寿命长和无需维护等鲜明特点,因此得到快速发展以及广泛地应用。

[0003] 相比于连续型光纤激光器,脉冲型的光纤激光器能提供相对高的峰值功率和脉冲能量,更有利于在某些领域的应用,比如深度打标,非线性光学等。因此研制一种高功率脉冲型全光纤激光器并将其产业化具有重要的经济效益及社会效益。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种整个系统只需风冷,且体积小、光斑优、工作稳定可靠、维护简单的高功率全光纤化的脉冲激光系统。

[0005] 本发明是通过以下技术方案加以实现的。

[0006] 一种高功率脉冲型掺镱全光纤激光器系统,其特征在于:它包括主振荡器(1)和功率放大器(2)两部分组成,

所述的主振荡器是一种使用压电元件(piezoelectric element)作为调Q元件的调Q光纤激光器(见图2),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与写制于保偏光纤上的低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,掺镱双包层光纤与低反光纤布拉格光栅(9)间设有调制信号驱动电路(8)和压电元件(7),调制信号驱动电路(8)用来驱动压电元件(7)周期性按压腔内光纤以调制光的偏振方向,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与功率放大器信号输入端相连,

或所述的主振荡器是一种以声光调制器或电光调制器为调Q元件的调Q光纤激光器(见图3),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与光纤耦合声光调制器或电光调制器(14)连接,调制器(14)另一端与低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与功率放大器信号输入端相连,

或所述的主振荡器是一种对连续型光纤激光器进行调制得到的激光脉冲(见图4),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱

双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与光纤耦合声光调制器或电光调制器(14)连接,调制器(14)另一端与功率放大器信号输入端相连,

或所述的主振荡器是一种带尾纤的增益开关(gain switch)型脉冲半导体激光器(见图5),它包括电脉冲驱动器(15),波长工作在1 μ m波段的带尾纤的半导体激光器(16),电脉冲驱动器输出电流脉冲驱动半导体激光器输出激光脉冲;

所述的功率放大器由一个或几个级联光纤放大级组成,其中每个光纤放大级包括:一个光纤合束器(4),光纤合束器的信号端接种子源(1)或前一级光纤放大级的输出端,光纤合束器的泵浦端接泵浦激光(10),光纤合束器的输出端与增益光纤(大芯径掺镱双包层光纤)(11)相连,每一个光纤放大级之间焊接一个光纤隔离器(12),最后一级光纤放大级输出端接输出光纤(13)。

[0007] 所述的功率放大器(2)使用的泵浦激光(10)可以是带尾纤的半导体激光器,工作波长是915纳米,940纳米或者978纳米,所使用的泵浦激光(10)还可以是掺镱光纤激光器,采用带泵方式对大芯径掺镱双包层光纤进行抽运。

[0008] 所述的功率放大器(2)中,对大芯径掺镱双包层光纤的抽运可以采用正向泵浦方式(见图6),还可以采用反向泵浦方式(见图7)或者正向反向泵浦方式并用(见图8)。

[0009] 所述的输出光纤(13),输出端熔有石英玻璃端帽,呈8度以上倾斜角并在端面镀有信号光防反射膜,以抑制自激振荡。

[0010] 本发明的优点在于它实现了高功率全光纤化的脉冲激光系统,整个系统只需风冷,而且体积小、光斑优、稳定可靠、维护简单。

附图说明

[0011] 图1是本发明的一种结构图示意图。

[0012] 图2是本发明中主振荡器的第一种结构示意图。

[0013] 图3是本发明中主振荡器的第二种结构示意图。

[0014] 图4是本发明中主振荡器的第三种结构示意图。

[0015] 图5是本发明中主振荡器的第四种结构示意图。

[0016] 图6是本发明中功率放大器的一种结构示意图。

[0017] 图7是本发明中功率放大器的另一种结构示意图。

[0018] 图8是本发明中功率放大器的再一种结构示意图。

[0019] 图9是主振荡器的脉冲形状示意图。

[0020] 图10是本发明输出的激光脉冲示意图。

[0021] 图中标记:主振荡器1、功率放大器2、半导体泵浦激光器3、光纤合束器(combiner or WDM)4、高反射率光纤布拉格光栅5、掺镱双包层光纤6、压电元件(piezoelectric element)7、压电元件调制信号驱动电路8、低反射率光纤布拉格光栅9、泵浦激光器10、大芯径掺镱双包层光纤11、光纤隔离器12、输出光纤13。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步的描述:

如图 1 所示,一种高功率脉冲型掺镱全光纤激光器,其特征在于:它包括主振荡器(1)和功率放大器(2)两部分组成,

所述的主振荡器是一种使用压电元件(piezoelectric element)作为调 Q 元件的调 Q 光纤激光器(见图 2),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与写制于保偏光纤上的低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,掺镱双包层光纤与低反光纤布拉格光栅(9)间设有调制信号驱动电路(8)和压电元件(7),调制信号驱动电路(8)用来驱动压电元件(7)周期性按压腔内光纤以调制光的偏振方向低反光纤布拉格光栅(9)另一端与功率放大器信号输入端相连;所述的主振荡器还可以是一种以声光调制器或电光调制器为调 Q 元件的调 Q 光纤激光器(见图 3),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与光纤耦合声光调制器或电光调制器(14)连接,调制器另一端与低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与功率放大器信号输入端相连,所述的主振荡器还可以是一种对连续型光纤激光器进行调制得到的激光脉冲(见图 4),它包括带尾纤的泵浦半导体激光器(3),它的输出尾纤连接于光纤合束器的泵浦输入端口(4),光纤合束器的输出光纤端口连接高反光纤布拉格光栅(5),光栅(5)的另一端与掺镱双包层光纤(6)焊接在一起,掺镱双包层光纤的另一端与低反光纤布拉格光栅(9)相焊接,低反光纤布拉格光栅(9)另一端与光纤耦合声光调制器或电光调制器(14)连接,调制器另一端与功率放大器信号输入端相连,所述的主振荡器还可以是一种带尾纤的增益开关(gain switch)型脉冲半导体激光器(见图 5),它包括电脉冲驱动器(15),波长工作在 1 μ m 波段的带尾纤的半导体激光器(16)。电脉冲驱动器输出电流脉冲驱动半导体激光器输出激光脉冲。

[0023] 所述的功率放大器由一个或几个光纤放大级组成,其中每个光纤放大级包括:一个光纤合束器(4),光纤合束器的信号端接种子源(1)或前一级光纤放大级的输出端,光纤合束器的泵浦端接泵浦激光(10),光纤合束器的输出端与增益光纤(大芯径掺镱双包层光纤)(11)相连。每一级光纤放大级之间焊接一个光纤隔离器(12)。最后一级光纤放大级输出端接输出光纤(13)。

[0024] 所述的功率放大器(2)中,使用的泵浦激光(10)可以是带尾纤的半导体激光器,工作波长是 915 纳米,940 纳米或者 978 纳米。所使用的泵浦激光(10)还可以是掺镱光纤激光器,采用同带泵方式对大芯径掺镱双包层光纤进行抽运。

[0025] 所述的功率放大器(2)中,对大芯径掺镱双包层光纤的抽运可以采用正向泵浦方式(见图 6),还可以采用反向泵浦方式(见图 7)或者正向反向泵浦方式并用(见图 8)。

[0026] 所述的输出光纤(13),输出端熔有石英玻璃端帽,呈 8 度以上倾斜角并在端面镀有信号光防反射膜,以抑制自激振荡。

[0027] 我们采用这种结构,主振荡级采用光纤耦合声光调制器,输出功率为 1 W,重复频率 20-100 kHz 可调,20 kHz 时脉冲宽度为 \sim 100 ns,100 kHz 时脉冲宽度为 \sim 900 ns(见图 9),经过两级光纤放大器,重复频率为 100 kHz 时平均输出功率达到了 230 W 以上,脉冲宽度展宽到 \sim 1400 ns(见图 10)。

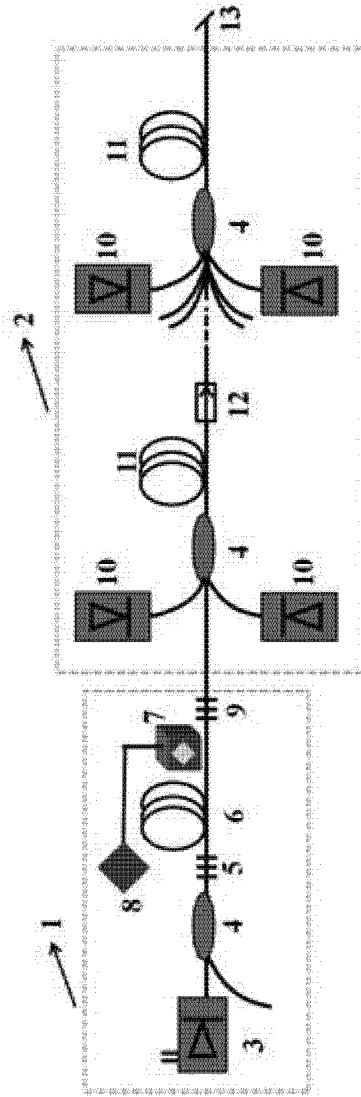


图 1

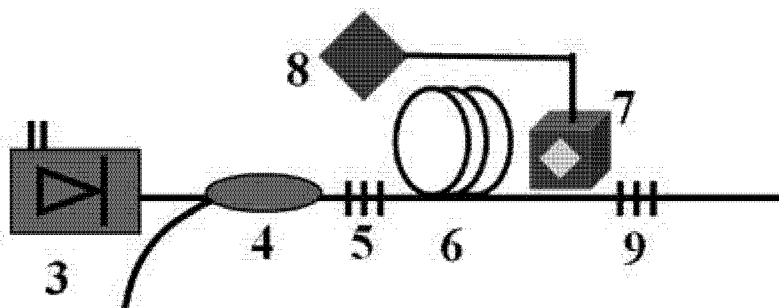


图 2

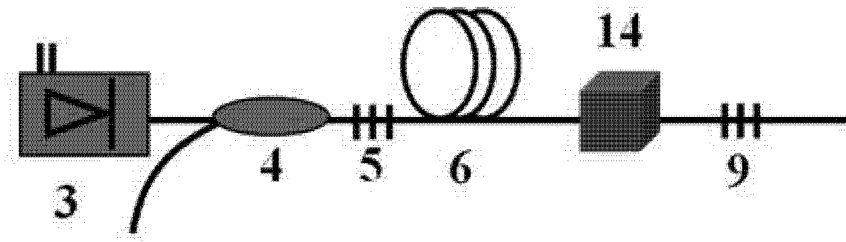


图 3

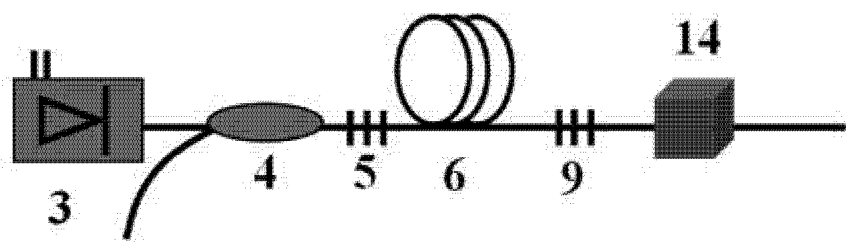


图 4

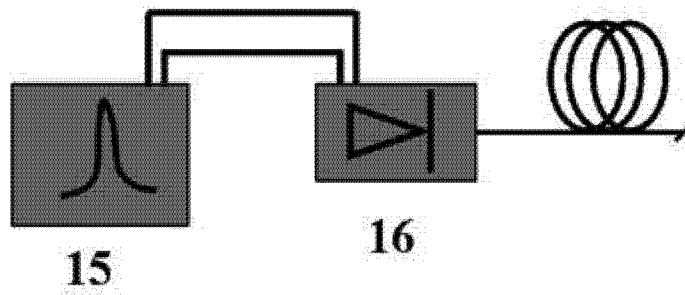


图 5

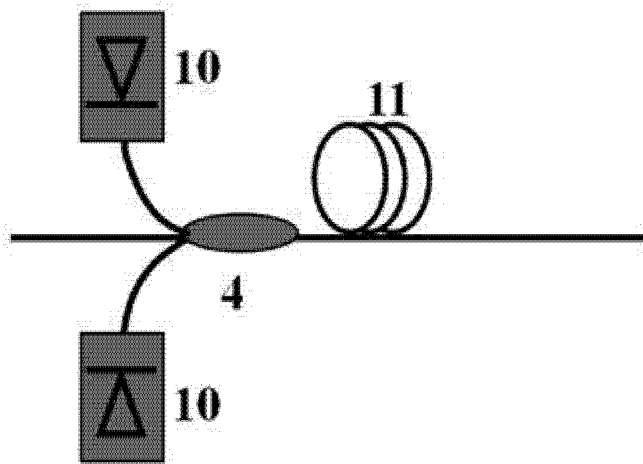


图 6

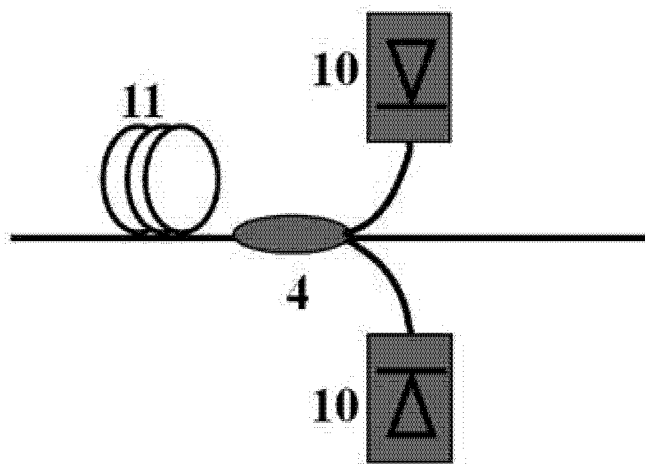


图 7

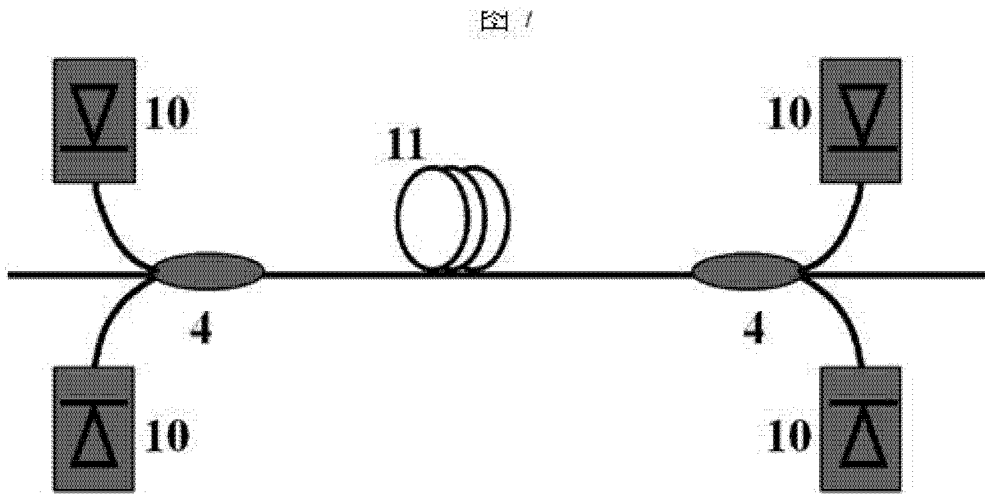


图 8

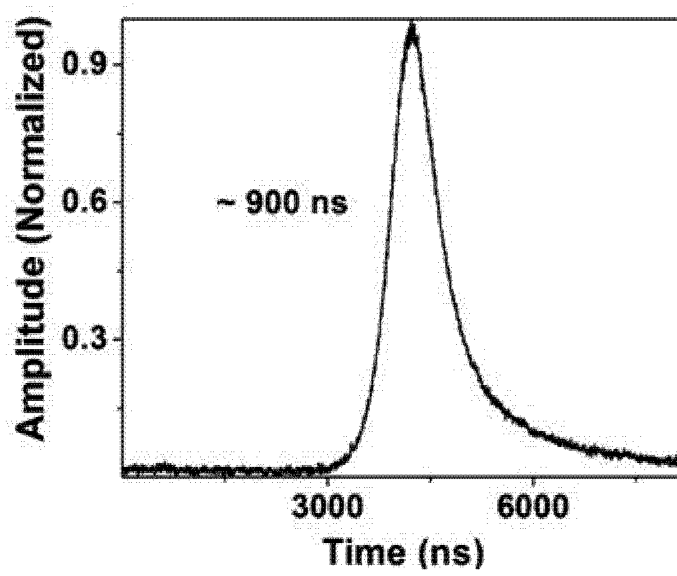


图 9

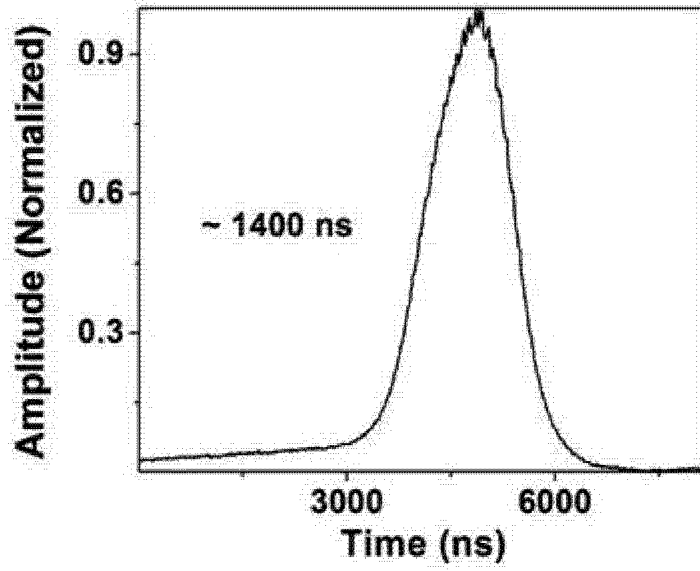


图 10