



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109980495 B

(45) 授权公告日 2020.12.08

(21) 申请号 201711462693.6

审查员 何理

(22) 申请日 2017.12.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109980495 A

(43) 申请公布日 2019.07.05

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡理工大学陈鲍雪莹
楼10楼1009室

(72) 发明人 曾远康 龙慧 邓俊贤 曾龙辉

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 李昕巍 章侃铨

(51) Int.Cl.

H01S 3/11 (2006.01)

H01S 3/067 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

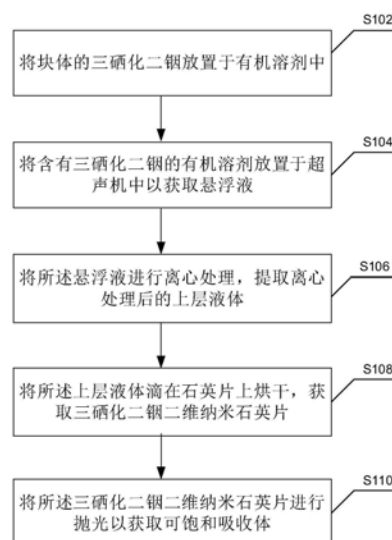
(54) 发明名称

可饱和吸收体制备方法、可饱和吸收体及光纤激光器

(57) 摘要

本申请公开一种可饱和吸收体制备方法、可饱和吸收体及光纤激光器。其中，可饱和吸收体制备方法包括：将块体的三硒化二铟放置于有机溶剂中；将含有三硒化二铟的有机溶剂放置于超声机中以获取悬浮液；将所述悬浮液进行离心处理，提取离心处理后的上层液体；将所述上层液体滴在石英片上烘干，获取三硒化二铟二维纳米石英片；以及将所述三硒化二铟二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体。本申请公开的可饱和吸收体制备方法能够采用廉价的方式制备可饱和吸收体，并且，适合进行大规模制备可饱和吸收体。

10



1. 一种可饱和吸收体制备方法,其特征在于,包括:
将块体的三硒化二铟放置于有机溶剂中;
将含有三硒化二铟的有机溶剂放置于超声机中以获取悬浮液;
将所述悬浮液进行离心处理,提取离心处理后的上层液体;
将所述上层液体滴在石英片上烘干,获取三硒化二铟二维纳米石英片;以及
将所述三硒化二铟二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体;
所述有机溶剂包括N-环己基吡咯烷酮溶剂;
所述三硒化二铟在N-环己基吡咯烷酮溶剂的浓度为2mg/ml。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述将所述三硒化二铟二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体,包括:
将所述三硒化二铟二维纳米石英片通过端面抛光的方式处理,获取所述可饱和吸收体。
3. 一种可饱和吸收体,其特征在于,
所述可饱和吸收体为如权利要求1或2方法制备的可饱和吸收体。
4. 一种光纤激光器,其特征在于,包括:
环形激光腔;
所述环形激光腔包括:
可饱和吸收体,所述可饱和吸收体为如权利要求1或2方法制备的可饱和吸收体,所述可饱和吸收体所采用的三硒化二铟二维纳米片大小与厚度分别为200nm和5nm;
波长泵浦源激光;
波分复用器;
光纤;
隔离器;
偏震控制器;
输出耦合器;
光纤过滤器。
5. 如权利要求4所述的光纤激光器,其特征在于,所述波长泵浦源激光,包括:
可调脉宽976nm泵浦源激光;和
连续的976nm泵浦源激光。
6. 如权利要求4所述的光纤激光器,其特征在于,所述波分复用器,包括:
1060nm波长用波分复用器;和
1550nm波长用波分复用器。
7. 如权利要求4所述的光纤激光器,其特征在于,所述光纤,包括:
掺镱光纤;和
掺铒光纤。
8. 如权利要求4所述的光纤激光器,其特征在于,所述隔离器、所述偏震控制器、所述输出耦合器,以及所述光纤过滤器均以单模光纤为基本主体。

可饱和吸收体制备方法、可饱和吸收体及光纤激光器

技术领域

[0001] 本发明涉及激光器的可饱和吸收器件领域,具体而言,涉及一种可饱和吸收体制备方法、可饱和吸收体及光纤激光器。

背景技术

[0002] 超短脉冲激光有极其广泛的应用,如超快光开关、光纤通信、光纤传感、工业加工、激光制导、激光医疗等领域,目前产生超短脉冲激光常用方法是被动锁模,可饱和吸收体是用于被动锁模的核心部件。目前,被动锁模光纤激光器由于其结构简单,维护方便等优点在科研,医疗和制造领域有广泛的应用前景,成为研究热点。

[0003] 目前,人们使用半导体可饱和吸收镜 (SESAM) 作为锁模的核心部件,SESAM 由于生长在布拉格反射镜表面的 III-V 族半导体单量子阱或多重量子阱构成。然而 SESAM 光损伤阈值低,应用波段窄 (约 800-1600nm),恢复时间较长 (约几纳秒),结构复杂,且制造需要高洁净环境和昂贵的分子数外延,金属有机化合物化学气相沉积 (MOCVD),制造成本高,性能上还存在调制深度难以调控、光损伤阈值低等诸多问题,而且 SESAM 作为反射装置只能在特定的线性拓扑腔中应用,这样就很大程度上限制了光纤激光器的腔体结构。

[0004] 近年来,随着纳米技术的发展,一系列碳纳米材料如石墨烯、氧化石墨烯、碳纳米管等已被广泛证实能够作为饱和吸收体,用来产生超短脉冲激光。尤其是基于单壁碳纳米管 (SWNT) 的可饱和吸收体器件。但是,SWNT 本身作为一种各向异性材料,制备时生长方向,直径,长度,手征性等难以选择和控制。另一方面,SWNT 的光吸收特性与碳管直径,手征性等因素有关,将直接影响器件的性能,进一步给锁模的精确性带来难题。此外,SWNT 容易缠结成束,带来较高的线性损耗,这些缺点限制了基于 SWNT 被动锁模光纤激光器的输出功率,重复频率,脉宽和光束质量。至于石墨烯可饱和吸收体主要基于单原子石墨烯独特的狄拉克能带结构,随着原子层数的增加,载流子迁移率急剧下降,能带结构和光吸收特性等性质变化较大,使得多原子层的石墨烯的应用受到很大的限制。而得到廉价的单原子层石墨烯的制备方法是目前仍然有待解决的课题。CVD 法需要单晶铜衬底和复杂的设备工艺,成本较高;机械剥离法产量太低,化学剥离法会引入金属离子不易彻底清除,从而影响石墨烯的电子结构和性能。所以,基于石墨烯的器件也不是有效廉价的解决方案。

[0005] 因此,需要一种新的可饱和吸收体制备方法、可饱和吸收体及光纤激光器。

[0006] 在所述背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本发明的背景的理解,因此它可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明提供一种可饱和吸收体制备方法、可饱和吸收体及光纤激光器,其中,本发明提供的可饱和吸收体制备方法能够采用廉价的方式制备可饱和吸收体,并且,该制备方法适合大规模制备;本发明提供的可饱和吸收体,具有体积小的优点,可组成多种类型的锁模器件;本发明提供的光纤激光器,在科研,医疗和制造领域有广泛的应用前景。

[0008] 本发明的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然,或部分地通过本发明的实践而习得。

[0009] 根据本发明的一方面,提出一种可饱和吸收体制备方法,该方法包括:将块体的三硒化二锗放置于有机溶剂中;将含有三硒化二锗的有机溶剂放置于超声机中以获取悬浮液;将所述悬浮液进行离心处理,提取离心处理后的上层液体;将所述上层液体滴在石英片上烘干,获取三硒化二锗二维纳米石英片;以及将所述三硒化二锗二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体。

[0010] 在本公开的一种示例性实施例中,所述有机溶剂,包括:N-环己基吡咯烷酮溶剂。

[0011] 在本公开的一种示例性实施例中,所述三硒化二锗在N-环己基吡咯烷酮溶剂的浓度为2mg/ml。

[0012] 在本公开的一种示例性实施例中,所述将所述三硒化二锗二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体,包括:将所述三硒化二锗二维纳米石英片通过端面抛光的方式处理,获取所述可饱和吸收体。

[0013] 根据本发明的一方面,提出一种可饱和吸收体,该可饱和吸收体包括:所述可饱和吸收体为三硒化二锗二维纳米片;以及所述可饱和吸收体为上文方法制备的可饱和吸收体。

[0014] 根据本发明的一方面,提出一种光纤激光,该光纤激光包括:包括:环形激光腔;所述环形激光腔包括:可饱和吸收体,所述可饱和吸收体的材质为三硒化二锗二维纳米片,所述三硒化二锗二维纳米片大小与厚度分别为200nm和5nm;波长泵浦源激光;波分复用器;光纤;隔离器;偏震控制器;输出耦合器;光纤过滤器。

[0015] 在本公开的一种示例性实施例中,所述波长泵浦源激光,包括:可调脉宽976nm泵浦源激光;和连续的976nm泵浦源激光。

[0016] 在本公开的一种示例性实施例中,所述波分复用器,包括:1060nm波长用波分复用器;和1550nm波长用波分复用器。

[0017] 在本公开的一种示例性实施例中,所述光纤,包括:掺铒光纤;和掺铒光纤。

[0018] 在本公开的一种示例性实施例中,所述隔离器、所述偏震控制器、所述输出耦合器,以及所述光纤过滤器均以单模光纤为基本主体。

[0019] 根据本发明的可饱和吸收体制备方法,能够采用廉价的方式制备可饱和吸收体,并且,该制备方法适合大规模制备可饱和吸收体。

[0020] 根据本发明的可饱和吸收体,具有体积小的优点,可组成多种类型的锁模器件。

[0021] 根据本发明的光纤激光器,在科研,医疗和制造领域有广泛的应用前景。

[0022] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性的,并不能限制本发明。

附图说明

[0023] 通过参照附图详细描述其示例实施例,本发明的上述和其它目标、特征及优点将变得更加显而易见。下面描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域的普通技术人员来讲,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。

[0024] 图1是根据一示例性实施例示出的一种可饱和吸收体制备方法的流程图。

- [0025] 图2是根据另一示例性实施例示出的一种可饱和吸收体制备方法的示意图。
- [0026] 图3是根据一示例性实施例示出的一种光纤激光器的示意图。
- [0027] 图4是根据一示例性实施例示出的一种光纤激光器的效果示意图。
- [0028] 图5是根据另一示例性实施例示出的一种光纤激光器的效果示意图。

具体实施方式

[0029] 现在将参考附图更全面地描述示例实施例。然而,示例实施例能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的实施例;相反,提供这些实施例使得本发明将全面和完整,并将示例实施例的构思全面地传达给本领域的技术人员。在图中相同的附图标记表示相同或类似的部分,因而将省略对它们的重复描述。

[0030] 此外,所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。在下面的描述中,提供许多具体细节从而给出对本发明的实施例的充分理解。然而,本领域技术人员将意识到,可以实践本发明的技术方案而没有特定细节中的一个或更多,或者可以采用其它的方法、组元、装置、步骤等。在其它情况下,不详细示出或描述公知方法、装置、实现或者操作以避免模糊本发明的各方面。

[0031] 附图中所示的方框图仅仅是功能实体,不一定必须与物理上独立的实体相对应。即,可以采用软件形式来实现这些功能实体,或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体,或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

[0032] 附图中所示的流程图仅是示例性说明,不是必须包括所有的内容和操作/步骤,也不是必须按所描述的顺序执行。例如,有的操作/步骤还可以分解,而有的操作/步骤可以合并或部分合并,因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

[0033] 应理解,虽然本文中可能使用术语第一、第二、第三等来描述各种组件,但这些组件不应受这些术语限制。这些术语乃用以区分一组件与另一组件。因此,下文论述的第一组件可称为第二组件而不偏离本公开概念的教导。如本文中所使用,术语“及/或”包括相关联的列出项目中的任一个及一或多者的所有组合。

[0034] 本领域技术人员可以理解,附图只是示例实施例的示意图,附图中的模块或流程并不一定是实施本发明所必须的,因此不能用于限制本发明的保护范围。

[0035] 图1是一种可饱和吸收体制备方法的流程图。图2是一种可饱和吸收体制备方法的示意图。图1与图2示例性的说明了本申请的可饱和吸收体的制备方法。

[0036] 如图1所示,在S102中,将块体的三硒化二铟(In_2Se_3)放置于有机溶剂中。所述有机溶剂包括:N-环己基吡咯烷酮溶剂。所述 In_2Se_3 在N-环己基吡咯烷酮溶剂的浓度为2mg/ml。可例如,将块体 In_2Se_3 材料放于装有N-环己基吡咯烷酮溶剂(NMP)的烧杯中。

[0037] 在S104中,将含有三硒化二铟的有机溶剂放置于超声机中以获取悬浮液。可例如,将上文所述的装有 In_2Se_3 与N-环己基吡咯烷酮溶剂(NMP)将烧杯放于功率为400W的超声机中,恒温超声8小时。

[0038] 在S106中,将所述悬浮液进行离心处理,提取离心处理后的上层液体。将经过恒温8小时处理得到均匀悬浮液以5000rpm速度进行离心工序,离心完成后,只提取离心液上层液体以去除未剥离的 In_2Se_3 块体。

[0039] 在S108中,将所述上层液体滴在石英片上烘干,获取三硒化二铟二维纳米石英片。

将均匀 In_2Se_3 二维纳米片的NMP溶液,滴在石英片上,放进60℃的烘炉等待4小时。待所有的溶剂蒸发后,获取三硒化二碲二维纳米石英片。

[0040] 在S110中,将所述三硒化二碲二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体。可例如,烘干后的 In_2Se_3 二维纳米片石英片,采用端面抛光的D-shape的测试方法,得到可饱和吸收体,所述可饱和吸收体可作为稳定可运作的锁模用饱和吸收体。

[0041] 根据本发明的可饱和吸收体制备方法,能够采用廉价的方式制备可饱和吸收体,并且,本发明的可饱和吸收体制备方法适合大规模制备可饱和吸收体。

[0042] 应清楚地理解,本发明描述了如何形成和使用特定示例,但本发明的原理不限于这些示例的任何细节。相反,基于本发明公开的内容的教导,这些原理能够应用于许多其它实施例。

[0043] 本领域技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤被实现为由CPU执行的计算机程序。在该计算机程序被CPU执行时,执行本发明提供的上述方法所限定的上述功能。所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0044] 此外,需要注意的是,上述附图仅是根据本发明示例性实施例的方法所包括的处理的示意性说明,而不是限制目的。易于理解,上述附图所示的处理并不表明或限制这些处理的时间顺序。另外,也易于理解,这些处理可以是例如在多个模块中同步或异步执行的。

[0045] 本申请提供一种可饱和吸收体,其特征在于,所述可饱和吸收体为三硒化二碲二维纳米片。所述可饱和吸收体是用上文所述的方法制备的可饱和吸收体。该方法包括:将块体的三硒化二碲放置于有机溶剂中;将含有三硒化二碲的有机溶剂放置于超声机中以获取悬浮液;将所述悬浮液进行离心处理,提取离心处理后的上层液体;将所述上层液体滴在石英片上烘干,获取三硒化二碲二维纳米石英片;以及将所述三硒化二碲二维纳米石英片进行抛光以获取可饱和吸收体。

[0046] 图3是根据一示例性实施例示出的一种光纤激光器的示意图。图3对利用本申请中的可饱和吸收制备成的光纤激光器进行示例性描述。

[0047] 本申请提供一种光纤激光器,该光纤激光器包括:环形激光腔;所述环形激光腔包括:可饱和吸收体(1),可饱和吸收体(1)为如上文所述的制备方法制成的 In_2Se_3 二维纳米片端面抛光的光纤可饱和吸收体,可调脉宽的976nm波长泵浦源激光(2),1064nm或者1550nm波长用波分复用器(3),掺杂铋或者掺铒光纤(4),1060nm或者1550nm波长用隔离器(5),1060nm或者1550nm波长用偏震控制器(6),10%输出耦合器(7),光纤过滤器(8)。

[0048] 其中,波长泵浦源激光(2)在脉冲形式运作下,可以通过调节脉宽和占空比,脉宽可调范围可以从连续到10ns。波长泵浦源激光(2)以脉冲或者连续形式向光纤腔里面提供能量、合适的脉宽时间,脉冲泵浦激发的1064nm或者1550nm腔内激发光,能成功使 In_2Se_3 二维纳米片饱和吸收体达到饱和状态,从而输出可调重复频率的超快激光。

[0049] 波分复用器(3)为1064nm或者1550nm波长用单模光纤型态。波分复用器(3)以光纤熔接方法连接光纤(4)与输出耦合器(7)。

[0050] 光纤(4)为掺杂铋或者掺铒光纤。此光纤(4)以光纤熔接方法用以连接波分复用器(3)与用隔离器(5)。

[0051] 隔离器(5)为1060nm或者1550nm波长用隔离器,隔离器(5)使用单模光纤为基本主

体。此隔离器以光纤熔接方法光纤(4),另一方与偏震控制器(6)连接。

[0052] 偏震控制器(6)为1064nm或者1550nm波长用偏震控制器,所述偏震控制器(6)使用单模光纤为基本主体。其基本功能用于控制通过可饱和吸收体(1)的1064nm或者1550nm激发光之偏振方向,以最大程度的减低可饱和吸收体(1)对1064nm或者1550nm激发光的线性吸收从而提高可饱和吸收体(1)的稳定性与伤害阈值。

[0053] 输出耦合器(7)为10%输出耦合器,所述耦合器(7)使用单模光纤为基本主体。

[0054] 光纤过滤器(8)为尾纤滤波器,所述光纤过滤器(8)以单模光纤为基本主体。

[0055] 图4,图5是根据一示例性实施例示出的一种光纤激光器的效果示意图。

[0056] 根据本发明的 In_2Se_3 二维纳米片可饱和吸收体中,所采用的 In_2Se_3 二维纳米片大小与厚度分别为200nm和5nm。可参考附图4和5,所得到的 In_2Se_3 二维纳米片在1064nm和1550nm波长下稳定的锁模脉冲序列以及单脉冲输出信号,两个脉冲之间的时间间隔分别为70.9ns或者136.8ns与激光往返的腔长时间相吻合,证明是有效的锁模,输出单脉冲的脉宽分别为252ps和1.543x215fs。

[0057] 根据本发明的光纤激光器,使用可调脉宽或者是连续光的976nm泵浦源激光为已安装 In_2Se_3 二维纳米片饱和吸收体的铽掺杂或者饵掺杂光纤激光腔提供可调脉宽的脉冲能量用以激发1064nm或者1550nm激光与 In_2Se_3 二维纳米片饱和吸收体而达可调重复频率的锁模现象。

[0058] 以上具体地示出和描述了本发明的示例性实施例。应可理解的是,本发明不限于这里描述的详细结构、设置方式或实现方法;相反,本发明意图涵盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效设置。

[0059] 此外,本说明书说明书附图所示出的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所公开的内容,以供本领域技术人员了解与阅读,并非用以限定本公开可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本公开所能产生的技术效果及所能实现的目的下,均应仍落在本公开所公开的技术内容得能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“第一”、“第二”及“一”等的用语,也仅为便于叙述的明了,而非用以限定本公开可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当也视为本发明可实施的范畴。

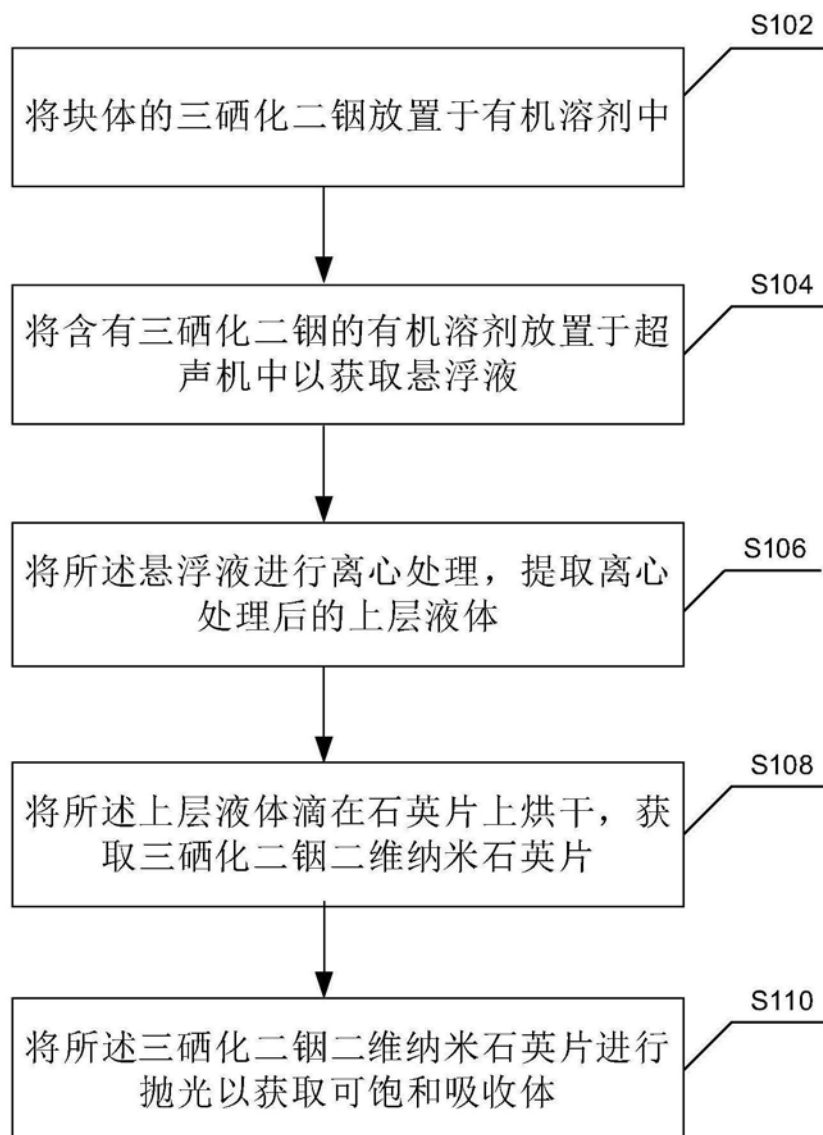
10

图1

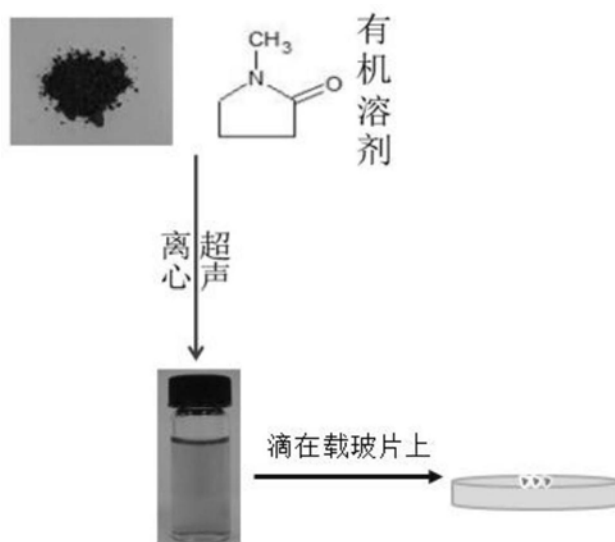


图2

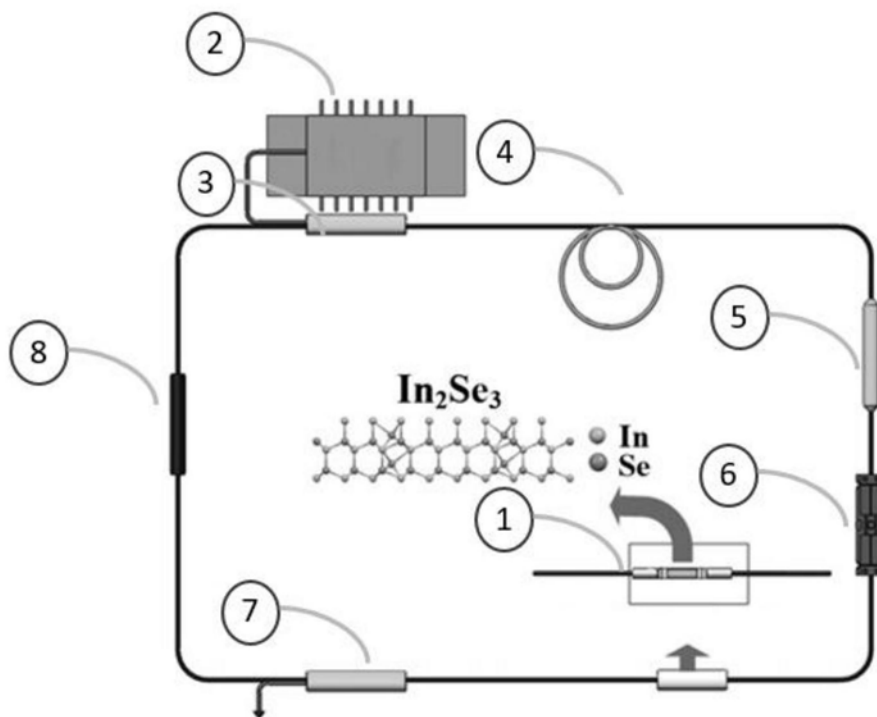


图3

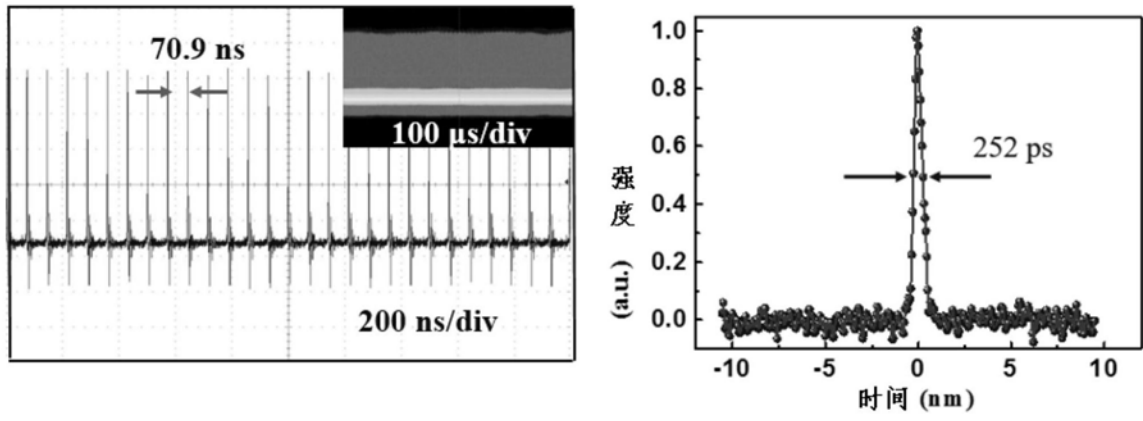


图4

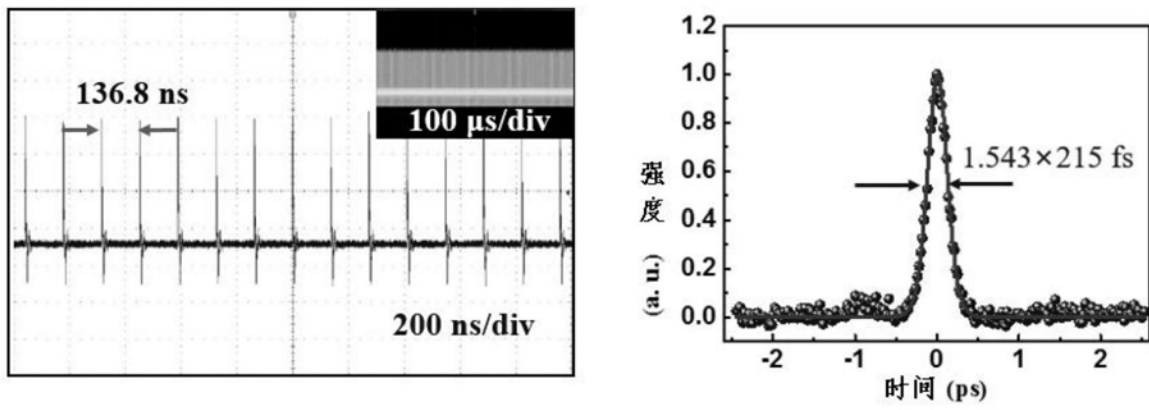


图5