



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102104231 A

(43) 申请公布日 2011.06.22

(21) 申请号 201110001623.7

(22) 申请日 2011.01.06

(71) 申请人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市 800-211 邮政信箱

(72) 发明人 张磊 冯衍

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司

31213

代理人 张泽纯

(51) Int. Cl.

H01S 3/30(2006.01)

H01S 3/098(2006.01)

H01S 3/16(2006.01)

H01S 3/067(2006.01)

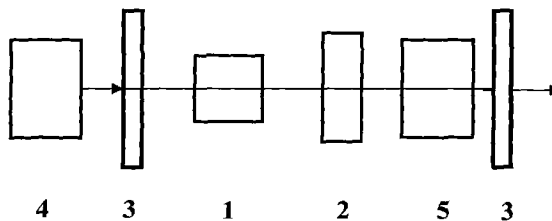
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

石墨烯拉曼锁模激光器

(57) 摘要

一种石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:通过波长灵活的受激拉曼散射效应提供激光增益,结合饱和和吸收波段宽广的石墨烯锁模器件实现锁模激光输出。整个装置由受激拉曼增益介质与石墨烯锁模器件相结合的机制构成石墨烯拉曼锁模激光器,结构紧凑,便于集成,可应用于多个领域。



1. 一种石墨烯拉曼锁模激光器,包括两个激光腔镜(3)、泵浦源(4)、输入耦合装置和输出装置,其特征是在所述的两个激光腔镜(3)之间设置有受激拉曼增益介质(1)、石墨烯锁模器件(2)和色散补偿器件(5)。

2. 根据权利要求1所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的受激拉曼增益介质为固体增益介质或光纤增益介质,所述的固体增益介质为钨酸钷钾晶体、掺钕钷酸钷晶体或金刚石晶体;所述的光纤增益介质为普通单模光纤或高非线性光纤。

3. 根据权利要求1所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的石墨烯锁模器件是采用化学方法或物理方法从大块石墨获得单层或多层石墨烯构成的。

4. 根据权利要求3所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的石墨烯锁模器件的制备方法:

对于光纤激光器采用光学沉淀的方法将石墨烯吸附于光纤端面,或将石墨烯置于光纤侧面U型凹槽区,或将石墨烯置于光纤的环形拉锥区,或将制作的基于石墨烯的分立锁模器件置于两段光纤之间;

对于固体激光器,是将石墨烯涂于拉曼增益介质的侧面或激光器反射腔镜上构成,或制作独立的石墨烯锁模器件置于激光腔内。

5. 根据权利要求1所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的激光器为固体拉曼激光器或光纤拉曼激光器。

6. 根据权利要求1所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的泵浦源是半导体激光器、固体激光器或光纤激光器,改变泵浦源的中心波长结合受激拉曼散射效应以实现波长灵活的激光输出。

7. 根据权利要求1所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的色散补偿器件为光栅对、分光棱镜、光子晶体光纤或普通单模光纤。

8. 根据权利要求1所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的谐振腔腔镜,在固体激光器中,谐振腔腔镜为镀高反或半反膜的平面镜或凹面镜;在光纤激光器中,谐振腔腔镜为光纤布拉格光栅或环形光纤激光腔。

9. 根据权利要求1至7任一项所述的石墨烯拉曼锁模激光器,其特征在于:所述的输入耦合装置为输入波分复用器、输入耦合器或空间耦合透镜系统。

石墨烯拉曼锁模激光器

技术领域

[0001] 本发明涉及锁模激光器,特别是一种结合波长灵活的受激拉曼散射效应和石墨烯宽广的可饱和吸收特性的石墨烯拉曼锁模激光器。

背景技术

[0002] 超短脉冲激光技术是近代科学最重要前沿之一,近 30 年来,科学家对于作用时间在飞秒尺度的化学反应动力过程及半导体、固体材料的能带弛豫过程都有深入的了解,甚至捕捉到了阿秒弛豫的电子绕电子核的运动过程。超短脉冲激光技术发展迅速,主动锁模、被动锁模、同步泵浦锁模、自锁模等机制相继用于锁模激光器,使超短脉冲技术得到了巨大的发展。在激光器中,获得超短脉冲最常用的办法是在激光腔内加入可饱和吸收体。但是,由于一般激光增益介质输出波段限制和可饱和吸收体的波段限制,很难在普通激光增益介质和可饱和吸收体不能工作的波段实现超短脉冲输出 [专利名称 :PASSIVELY MODELOCKED FIBER LASER USING CARBON NANOTUBES, 申请号 :EP200900012100, 公开号 :EP2169785], 因此,限制了其应用。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于为了实现宽广波段的超短脉冲尤其是普通增益介质和可饱和吸收体不能工作的波段的超短脉冲输出,提供一种石墨烯拉曼锁模激光器,以实现宽广波段的超短脉冲输出,拓展超短脉冲激光的应用范围。

[0004] 本发明解决上述技术问题的技术原理如下 :

[0005] 新的石墨烯可饱和吸收体是基于泡利不相容原理的新型可饱和吸收器件,当电子跃迁到激发态的速率大于松弛速率时,吸收过程便达饱和,原因是激发态中已无可供电子跃迁的“空间”。由于石墨烯中的狄拉克电子具有线性色散,意味着石墨烯具有超宽的可饱和吸收谱。

[0006] 受激拉曼散射效应的增益波长由泵浦源的中心波长决定的,理论上只要有合适的泵浦源,可以实现任意波段的受激拉曼激光输出。

[0007] 本发明结合了受激拉曼散射效应波长灵活的特点和石墨烯可饱和吸收体的宽带可饱和吸收性,实现了波长灵活的超短脉冲输出,尤其是普通增益介质不能达到的波段输出。

[0008] 本发明的技术解决方案如下 :

[0009] 一种石墨烯拉曼锁模激光器,包括激光腔镜、泵浦源、输入耦合装置和输出装置,其特点是在所述的两激光腔镜之间设置有受激拉曼增益介质、石墨烯锁模器件和色散补偿器件。

[0010] 所述的受激拉曼增益介质为固体增益介质或光纤增益介质,所述的固体增益介质为钨酸钪钾晶体、掺钕钒酸钪晶体或金刚石晶体;所述的光纤增益介质为普通单模光纤或高非线性光纤。

[0011] 所述的石墨烯锁模器件是采用化学方法或物理方法从大块石墨获得单层或多层石墨烯构成的。

[0012] 所述的激光器为固体拉曼激光器或光纤拉曼激光器。

[0013] 所述的泵浦源是半导体激光器、固体激光器或光纤激光器,改变泵浦源的中心波长结合受激拉曼散射效应以实现波长灵活的激光输出。

[0014] 所述的石墨烯锁模器件是由石墨烯制作而成的,石墨烯是一种由碳原子链构成的具有一个或几个碳原子层(通常小于10层)的晶体。构成石墨烯的每个碳原子与其他3个碳原子通过 σ 键连接构成单层六角元胞蜂巢状晶格碳原子平面,其电子能以极高速运动,行为类似无静止质量狄拉克粒子。根据激光器的类型不同,对于固体激光器,可以将石墨烯涂于激光器反射腔镜 [Tawfique Hasan et al, Nanotube-Polymer Composites for Ultrafast Photonics, Adv. Mater. 21, 3874-3899 (2009)],也可以制作独立的石墨烯锁模器件置于激光腔内 [Tawfique Hasan, Nanotube-Polymer Composites for Ultrafast Photonics, Adv. Mater. 21, 3874-3899 (2009)];对于光纤激光器,可以用光学沉淀 [Zhengqian Lu et al, Graphene-based passively Q-switched dual-wavelength erbium-doped fiber laser, Optic Letters, Vol. 35 Issue 21, 3709-3711, (2010)]的方法将石墨烯吸附于光纤端面,或将石墨烯置于一段光纤侧面U型凹槽区或圆形拉锥区 [Yong-Won Song et al, Graphene mode-lockers for fiber lasers functioned with evanescent field interaction, Appl. Phys. Lett. 96, 051122 (2010)],或将制作的基于石墨烯分立锁模器件置于两段光纤之间 [Qiaoliang Bao et al, Atomic-Layer Graphene as a Saturable Absorber for Ultrafast Pulsed Lasers, Advanced Functional Materials, Volume 19, Issue 19, (2009)]。

[0015] 所述的谐振腔腔镜,在固体激光器中,谐振腔腔镜为镀高反或半反膜的平面镜或凹面镜;在光纤激光器中,谐振腔腔镜为光纤布拉格光栅或环形光纤激光腔。

[0016] 所述的泵浦源可以是半导体激光器、固体激光器或光纤激光器,通过更换泵浦源或选用可调谐泵浦源来改变泵浦光中心波长,结合受激拉曼散射效应可以实现波长灵活的激光输出。

[0017] 所述的色散补偿器件,在固体激光器中,色散补偿器件可以是分光棱镜或光栅对;在光纤激光器中,色散补偿器件可以是普通的单模光纤、啁啾光纤光栅或光子晶体光纤等。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0019] 1、本发明石墨烯拉曼锁模激光器通过更换不同波段的泵浦源可以实现在宽带尤其是普通增益介质难以输出的波段的模式锁定,拓展了超短脉冲激光的应用范围。

[0020] 2、本发明石墨烯拉曼锁模激光器可以广泛应用于固体激光器、光纤激光器等,应用广泛,适用性强。

[0021] 总之,本发明具有结构紧凑、输出脉冲波段可调节的特点,具有很高的实用价值。

附图说明

[0022] 图1为本发明石墨烯拉曼锁模激光器的总体示意框图。

[0023] 图2是本发明石墨烯拉曼锁模激光器实施例1的结构示意图。

[0024] 图3是本发明石墨烯拉曼锁模激光器实施例2的结构示意图。

- [0025] 图 4 是本发明石墨烯拉曼锁模激光器实施例 3 的结构示意图。
- [0026] 图 5 是本发明实施例 3 中石墨烯锁模器件之一的结构示意图。
- [0027] 图 6 是本发明实施例 3 中石墨烯锁模器件之二的结构示意图。
- [0028] 图 7 是本发明实施例 3 中石墨烯锁模器件之三的结构示意图。
- [0029] 图 8 是本发明实施例 3 中石墨烯锁模器件之四的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图和实施例对本发明做进一步的说明,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0031] 先请参阅图 1,图 1 为本发明石墨烯拉曼锁模激光器的总体示意框图。由图可见,本发明石墨烯拉曼锁模激光器,包括激光腔镜 3、泵浦源 4、输入耦合装置和输出装置,其特点是在所述的两激光腔镜 3 之间设置有受激拉曼增益介质 1、石墨烯锁模器件 2 和色散补偿器件 5。

[0032] 实施例 1

[0033] 请参阅图 2,图 2 是本发明石墨烯拉曼锁模激光器实施例 1 的结构示意图。由图可见,本发明波长灵活的锁模激光器,包括泵浦源 1401、输入耦合系统 1301、第一反射镜 1302、第二反射镜 1303、钨酸钷钾晶体 1101、石墨烯锁模器件 1201、光栅对 1501。钨酸钷钾晶体 1101 用来提供拉曼增益,石墨烯锁模器件 1201 是将石墨烯置于反射镜上制作而成,用于实现腔内被动模式锁定,光栅对 1501 用于对腔内的色散进行补偿,以实现锁模脉冲的压缩,第二反射镜 1303 用于输出腔内振荡光。通过改变泵浦光的中心波长,结合受激拉曼散射效应,对激光器进行色散管理,优化激光器的参数,当自相位调制和群速度色散在激光腔内达到平衡时,可以实现宽带波长的超短脉冲输出。

[0034] 实施例 2

[0035] 请参阅图 3,图 3 是本发明实施例 2 的结构示意图。由图可见,本发明波长灵活的锁模激光器,包括泵浦源 2401、输入耦合系统 2301、第一反射镜 2302、钨酸钷钾晶体 2101、石墨烯锁模器件 2201、光栅对 2501、第二反射镜 2303,第三反射镜 2304,第四反射镜 2305。不同中心波长的泵浦光 2401 通过输入耦合系统 2301 输入激光腔,钨酸钷钾晶体 2101 用来提供拉曼增益,石墨烯锁模器件 2201 为将石墨烯与高分子聚合物混合制成的独立的锁模器件,用于实现腔内被动模式锁定,光栅对 2501 用于对腔内的色散进行补偿,以实现锁模脉冲的压缩,第二反射镜 2303 用于输出腔内振荡光。通过改变泵浦光的中心波长,结合受激拉曼散射效应,对激光器进行色散管理,优化激光器的参数,当自相位调制和群速度色散在激光腔内达到平衡时,可以实现宽带波长的超短脉冲输出。

[0036] 实施例 3

[0037] 请参阅图 4,图 4 是本发明实施例 3 的结构示意图,图 5、图 6、图 7 和图 8 分别为实施例 3 中的石墨烯锁模器件的具体形态。图 5 是对一段单模光纤拉锥,再将石墨烯置于拉锥区的剖面图,图中 5201 是单模光纤的包层,5202 是光纤拉锥区的石墨烯,5203 是光纤纤芯;图 6 是在一段单模光纤的一侧刻 U 型槽,再将石墨烯置于 U 型刻槽区的剖面图;图中 6201 是单模光纤的包层,6202 是 U 型刻槽区的石墨烯,6203 是光纤纤芯;图 7 是对一段单模光纤用光学沉淀的方法将石墨烯吸附于光纤端面,然后将两端光纤对接,用法兰盘固定,图

中 7201 为两段单模光纤,7202 为吸附的石墨烯,7203 为固定用的法兰盘;图 8 是将制作的石墨烯与高分子聚合物的薄片混合材料置于两段单模光纤之间,用法兰盘进行固定,图中 8201 为两段单模光纤,8202 为石墨烯与高分子聚合物的混合物,8203 为固定用的法兰盘;

[0038] 由图 4 可见,本发明石墨烯拉曼锁模激光器,包括泵浦源 3401、波分复用器 3301、偏振控制器 3302、单模保偏光纤 3101、石墨烯锁模器件 3201、光子晶体光纤 3501、输出耦合器 3303 和隔离器 3304。不同中心波长的泵浦光 3401 通过波分复用器 3301 输入激光腔,偏振控制器 3302 用来调节振荡光的偏振态,以消除非线性偏振旋转模式锁定,单模保偏光纤 3101 提供拉曼增益增,石墨烯锁模器件 3201 用于实现腔内被动模式锁定,光子晶体光纤 3501 用于补偿激光腔的色散,输出耦合器 3303 将腔内振荡光输出,隔离器 3304 保证腔内振荡光的单向传播。通过改变泵浦源的中心波长,结合受激拉曼散射效应,对激光器进行色散管理,优化激光器的参数,当自相位调制和群速色散在激光腔内达到平衡时,可以实现宽带波长的超短脉冲输出。

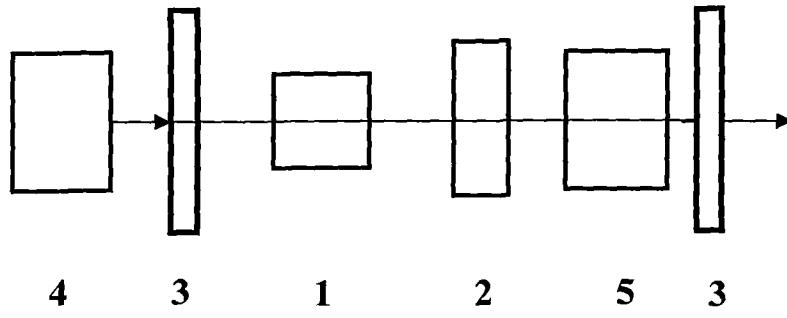


图 1

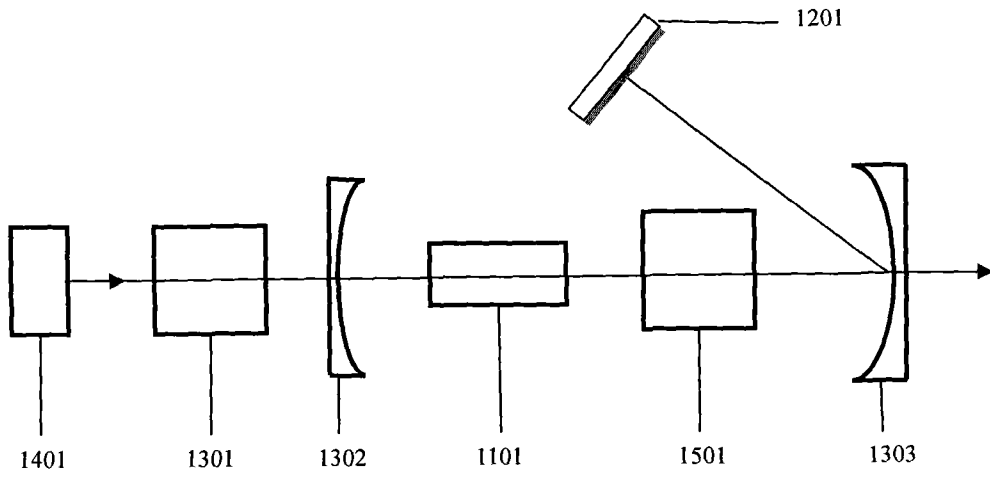


图 2

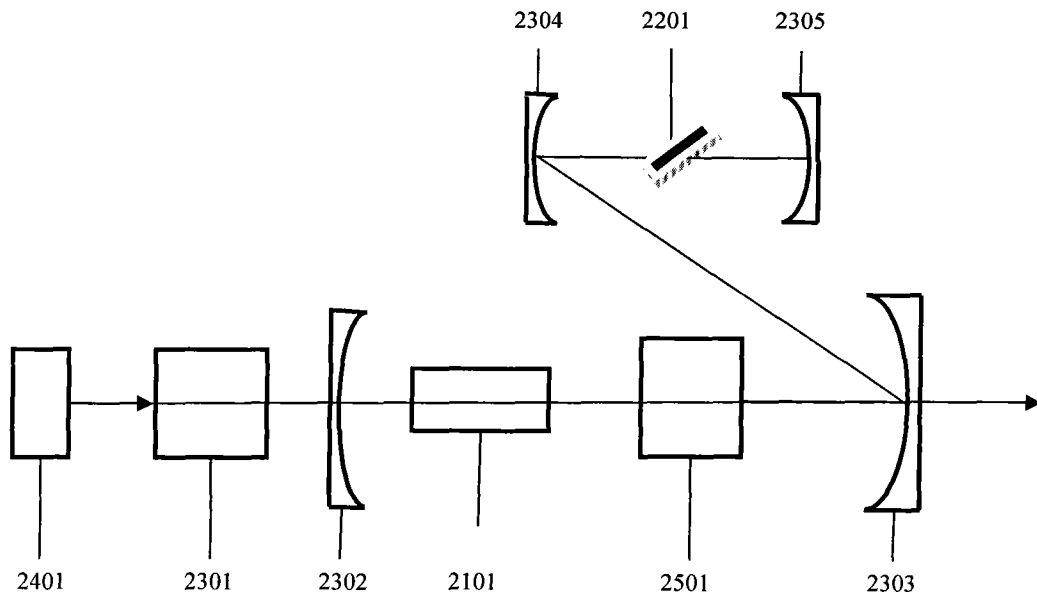


图 3

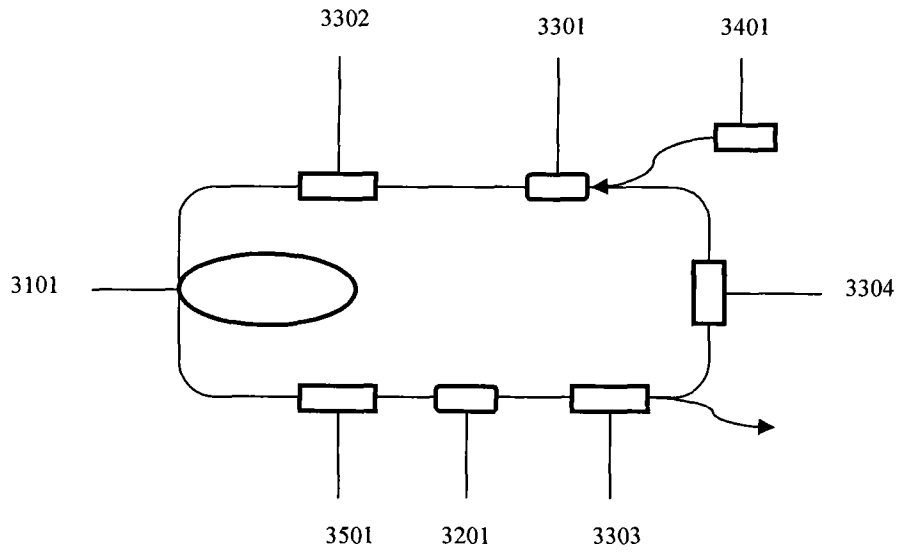


图 4

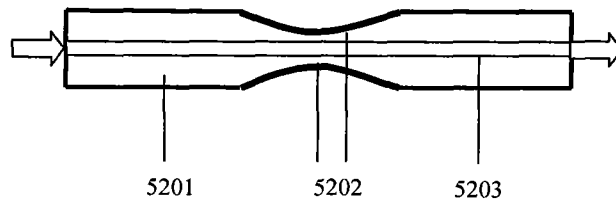


图 5

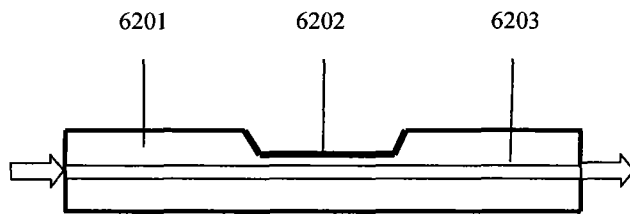


图 6

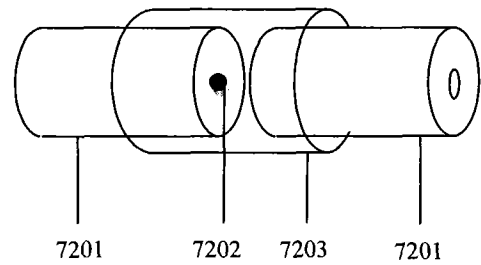


图 7

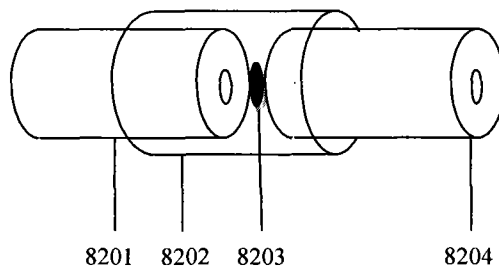


图 8