



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107147006 A

(43)申请公布日 2017.09.08

(21)申请号 201710473061.3

(22)申请日 2017.06.21

(71)申请人 广西师范大学

地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星区育才路15号

(72)发明人 朱君 徐政杰 秦柳丽 傅得立

(74)专利代理机构 桂林市华杰专利商标事务所  
有限责任公司 45112

代理人 刘梅芳

(51) Int. Cl.

H01S 5/22(2006.01)

H01S 5/10(2006.01)

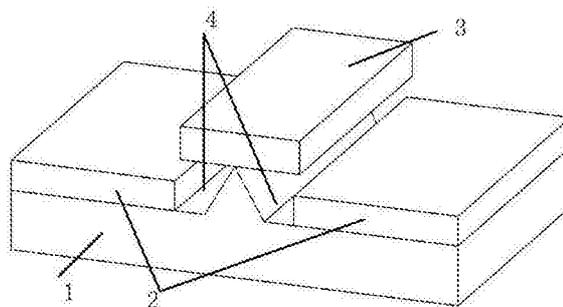
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

## (54)发明名称

基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器

## (57)摘要

本发明公开了基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器,其特征是,包括底层金膜层,金膜层的上表面的中部设有脊型波导结构,分布在脊型波导结构两侧的金膜上对称镀有缓冲层,所述脊型波导结构的上方设有石墨烯纳米带,脊型波导结构与两侧的缓冲层之间有空气间隙。这种激光器具有较高的品质因数和较低的增益阈值,实现了低阈值下的亚波长激射,这种激光器能为表面等离子激励电路提供光源装置,从而实现更大的带宽超快数据传输,在超小型高密度等离子体器件和光子集成电路方面有着广泛的应用潜力。



1. 基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器,其特征是,包括底层金膜层,金膜层的上表面的中部设有脊型波导结构,分布在脊型波导结构两侧的金膜上对称镀有缓冲层,所述脊型波导结构的上方设有石墨烯纳米带,脊型波导结构与两侧的缓冲层之间有空气间隙。

2. 根据权利要求1所述的基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器,其特征是,所述缓冲层为氟化镁层。

## 基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微纳光电子技术领域,具体是一种基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器。

### 背景技术

[0002] 由于衍射极限的存在,传统半导体激光器的尺寸必须在半个波长以上。表面等离子体激元(Surface plasmon polariton,简称SPP)是通过改变金属表面的亚波长结构实现的一种光波与可迁移的表面电荷之间电磁模,可以支持金属与介质界面传输的表面等离子波,从而传输光能量,且不受衍射极限的限制。正是因为SPP的独特性质,各种SPP波导的激光器被提出、典型的就,《Nature》2009年460卷7259期1110-1112页报道的Noginov团队的“Demonstration of spaser-based nanolaser”,其设计实现了一种世界上最小的44nm激光器,这在当时引起了广泛关注,同一年,《Nature Photonics》报道了美国加州大学圣地亚哥分校Nezhad团队的“Room Temperature Operation of Subwavelength Metallo-Dielectric Lasers”,他们制备了一个圆柱形金属纳腔面发射纳米激光器,能够在室温下通过光泵浦发射激光,这种等离子体激光的获取一般不会选取蓝光和紫外波段,而是在波长较大的可见光和红外波段,这对于实际应用是非常有意义的。然而上述研究成果都受限于SPP传播损耗,实现的激光器谐振特性较弱,增益阈值极易发生振荡,导致较高的增益阈值。

[0003] 目前对于表面等离子激光器研究大都集中在谐振腔的设计,对多层混合波导的应用报道较少。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有技术的不足,而提供一种基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器。这种激光器具有较高的品质因数和较低的增益阈值,可以实现低阈值下的亚波长激光,这种激光器能为表面等离子激励电路提供光源装置,从而实现更大的带宽超快数据传输,在超小型高密度等离子体器件和光子集成电路方面有着广泛的应用潜力。

[0005] 实现本发明目的的技术方案是:

基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器,包括底层金膜层,金膜层的上表面的中部设有脊型波导结构,分布在脊型波导结构两侧的金膜上对称镀有缓冲层,所述脊型波导结构的上方设有石墨烯纳米带,脊型波导结构与两侧的缓冲层之间有空气间隙。

[0006] 所述缓冲层为氟化镁层,氟化镁缓冲层有良好的偏振作用,通过碳酸镁与过量的氢氟酸化学反应得到,特别适于红外光谱。

[0007] 所述脊型波导结构由化学腐蚀方法制备。

[0008] 所述石墨烯纳米带为扶手椅型纳米带,是一种半导体,通过机械剥离法制备。

[0009] 脊型波导结构与空气间隙是典型的金属-介质结果,能够实现SPP光子局域化。

[0010] 石墨烯纳米带与空气间隙能够完成SPP现象。

[0011] SPP耦合作用是通过脊型波导结构-空气间隙-石墨烯纳米带构成的非对称结构在空气间隙中得以实现。

[0012] 这种激光器的入射光从脊型波导结构的脊型金膜的一侧入射,在入射光的作用下,金属金膜受激表面产生电子,与外来光子共振产生表面等离子体激元,且由于石墨烯纳米带作用其中的原子受到激发后形成粒子数反转,这样空气间隙的谐振腔内能够存在稳定的谐振模式;石墨烯和金膜上下部分都能激发表面等离子,实现SPP耦合,由于SPP耦合作用可以实现稳定的激光模式,因而激光器在石墨烯和脊型波导作用下能够实现较小的模式体积和辐射增强效应,这样能够保持较低的增益阈值。

[0013] 这种激光器由于稳定的谐振模式使得光场能量的大部分脱离了高损耗的金属,减小了传输过程中损耗,同时达到较长的传输长度。

[0014] 这种激光器具有较高的品质因数和较低的增益阈值,实现了低阈值下的亚波长激光,这种激光器能为表面等离子激励电路提供光源装置,从而实现更大的带宽超快数据传输,在超小型高密度等离子体器件和光子集成电路方面有着广泛的应用潜力。

## 附图说明

[0015] 图1为实施例的结构示意图。

[0016] 图中,1.金膜层 2.缓冲层 3.石墨烯纳米带 4.空气间隙。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明内容作进一步阐述,但不是对本发明的限定。

[0018] 实施例:

参照图1,基于石墨烯和脊型波导的表面等离子激光器,包括底层金膜层1,金膜层1的上表面的中部设有脊型波导结构,分布在脊型波导结构两侧的金膜上对称镀有缓冲层2,所述脊型波导结构的上方设有石墨烯纳米带3,脊型波导结构与两侧的缓冲层2之间有空气间隙4。

[0019] 所述缓冲层2为氟化镁层,氟化镁缓冲层有良好的偏振作用,通过碳酸镁与过量的氢氟酸化学反应得到,特别适于红外光谱。

[0020] 所述脊型波导结构由化学腐蚀方法制备。

[0021] 所述石墨烯纳米带3为扶手椅型纳米带,是一种半导体,通过机械剥离法制备。

[0022] 脊型波导结构与空气间隙4是典型的金属-介质结构,能够实现SPP光子局域化。

[0023] 石墨烯纳米带3与空气间隙4能够完成SPP现象。

[0024] SPP耦合作用是通过脊型波导结构-空气间隙4-石墨烯纳米带3构成的非对称结构在空气间隙4中得以实现。

[0025] 入射光从脊型波导结构的脊型金膜的一侧入射,在入射光的作用下,金属金膜受激表面产生电子,与外来光子共振产生表面等离子体激元,且由于石墨烯纳米带3作用其中的原子受到激发后形成粒子数反转,这样空气间隙4的谐振腔内能够存在稳定的谐振模式;石墨烯和金膜上下部分都能激发表面等离子,实现SPP耦合,由于SPP耦合作用可以实现稳定的激光模式,因而激光器在石墨烯和脊型波导作用下能够实现较小的模式体积和辐射增强效应,这样能够保持较低的增益阈值。

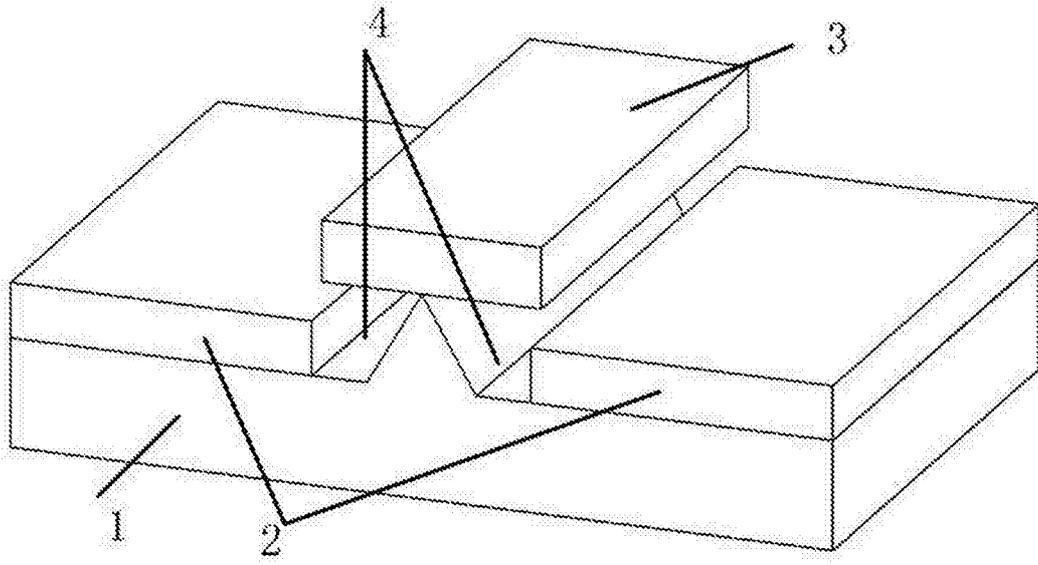


图1