



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102944931 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 27

(21) 申请号 201210468646. 3

(22) 申请日 2012. 11. 19

(71) 申请人 中国电子科技集团公司第十一研究所

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路 4 号

(72) 发明人 秘国江 毛小洁 杨文是 邹跃
庞庆生 王旭 钟国舜

(74) 专利代理机构 工业和信息化部电子专利中心 11010

代理人 梁军

(51) Int. Cl.

G02B 26/06 (2006. 01)

H01S 3/13 (2006. 01)

H01S 3/136 (2006. 01)

G02F 1/39 (2006. 01)

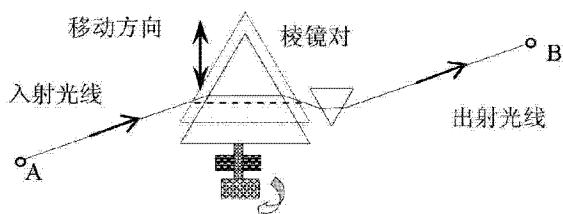
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种光程精密补偿器

(57) 摘要

本发明公开了一种光程精密补偿器,包括第一棱镜和第二棱镜,两个棱镜均为等腰三角形棱镜且顶角大小相等,沿长度方向平行放置,两个棱镜的相邻的等腰侧面相互平行并具有预定宽度的间隔,等腰侧面均为通光面,同一光线对两个棱镜的入射角和出射角均为布儒斯特角,且第一棱镜沿底面的垂向上的位置可调节,第二棱镜固定。本发明还提供了一种基于上述光程精密补偿器的声光锁模激光器和光参量放大器。本发明以较为简单的棱镜对结构实现了高精度光程补偿,大幅减少了与光程调整相关的工作量。



1. 一种光程精密补偿器,其特征在于,包括:第一棱镜和第二棱镜,两个棱镜均为等腰三角形棱镜且顶角大小相等,沿长度方向平行放置,两个棱镜的相邻的等腰侧面相互平行并具有预定宽度的间隔,等腰侧面均为通光面,同一光线对两个棱镜的入射角和出射角均为布儒斯特角,且第一棱镜沿底面的垂向上的位置可调节,第二棱镜固定。

2. 如权利要求1所述的光程精密补偿器,其特征在于,两个棱镜的相邻等腰侧面之间的所述预定宽度的间隔为5-15mm。

3. 如权利要求1所述的光程精密补偿器,其特征在于,第一棱镜的横截面积大于第二棱镜的横截面积。

4. 如权利要求1所述的光程精密补偿器,其特征在于,第一棱镜的长度为6-15mm。

5. 如权利要求1所述的光程精密补偿器,其特征在于,第二棱镜的长度为6-15mm。

6. 如权利要求1-5中任一权利要求所述的光程精密补偿器,其特征在于,调节所述第一棱镜沿底面的垂向上的位置,两个棱镜的相邻的等腰侧面之间的间隔发生改变,以对入射光经过第一棱镜、间隔和第二棱镜的总光程进行调节,调节精度为 10^{-5} m量级。

7. 如权利要求6所述的光程精密补偿器,其特征在于,两个棱镜材料相同,为石英、K9玻璃或氟化钙。

8. 一种基于权利要求1所述的光程精密补偿器的声光锁模激光器,其包括全反镜、小孔光阑、激光工作物质、锁模器和谐振腔输出镜,其特征在于,在全反镜和小孔光阑之间放置所述光程精密补偿器,且所述第一棱镜靠近全反镜。

9. 一种基于权利要求1所述的光程精密补偿器的光参量放大器,其包括泵浦光反射镜、信号光增透-泵浦光反射镜以及光参量放大OPA非线性晶体,其特征在于,在信号光的光路上设置有所述光程精密补偿器,在信号光入射到信号光增透-泵浦光反射镜之前,经过所述光程精密补偿器;其中,所述第二棱镜靠近所述信号光增透-泵浦光反射镜。

一种光程精密补偿器

技术领域

[0001] 本发明涉及光学技术领域,特别是涉及一种光程精密补偿器。

背景技术

[0002] 在声光主动锁模激光器中,声光调制器的工作频率严格决定了激光谐振腔的长度,如果谐振腔长的误差在百微米量级,就会影响锁模输出稳定性。通常,主动锁模激光器采用机械或压电陶瓷移动腔镜的方法来精密调整谐振腔的长度,这种调节方式对机械加工精度要求较高,且易引起谐振腔的失谐,导致调节工作量大。

[0003] 在皮秒光参量放大(OPA)技术中,为了获得高的转换效率,要求泵浦光与信号光时间、空间严格同步。通常,半导体可饱和吸收镜(Semiconductor Saturable Absorber Mirror, SESAM)实现的被动锁模皮秒激光脉冲的宽度一般为皮秒量级,脉冲空间长度为毫米量级,这对光程补偿的精度要求很高,而目前采用的常规补偿方法是直接移动镜面进行光程补偿,缺陷是光线方向易发生变化,光程调节精度差。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中难以对光程实施有效补偿的问题,本发明提供了一种光程精密补偿器。

[0005] 本发明的光程精密补偿器包括第一棱镜和第二棱镜,两个棱镜均为等腰三角形棱镜且顶角大小相等,沿长度方向平行放置,两个棱镜的相邻的等腰侧面相互平行并具有预定宽度的间隔,等腰侧面均为通光面,同一光线对两个棱镜的入射角和出射角均为布儒斯特角,且第一棱镜沿底面的垂向上的位置可调节,第二棱镜固定。

[0006] 进一步地,两个棱镜的相邻等腰侧面之间的所述预定宽度的间隔为 5-15mm。

[0007] 进一步地,第一棱镜的横截面积大于第二棱镜的横截面积;第一棱镜的长度为 6-15mm。

[0008] 进一步地,调节所述第一棱镜沿底面的垂向上的位置,两个棱镜的相邻的等腰侧面之间的间隔发生改变,以对入射光经过第一棱镜、间隔和第二棱镜的总光程进行调节,调节精度为 10^{-5} m 量级。

[0009] 另一方面,本发明还提供了一种基于上述光程精密补偿器的声光锁模激光器,其包括全反镜、小孔光阑、激光工作物质、锁模器和谐振腔输出镜,其中,在全反镜和小孔光阑之间放置所述光程精密补偿器,且所述第一棱镜靠近全反镜。

[0010] 本发明还提供了一种基于上述光程精密补偿器的光参量放大器,其包括泵浦光反射镜、信号光增透-泵浦光反射镜以及光参量放大 OPA 非线性晶体,其中,在信号光的光路上设置有所述光程精密补偿器,在信号光入射到信号光增透-泵浦光反射镜之前,经过所述光程精密补偿器;其中,所述第二棱镜靠近所述信号光增透-泵浦光反射镜。

[0011] 本发明有益效果如下:

[0012] 1. 以较为简单的棱镜对结构实现高精度光程补偿,大幅减少与光程调整相关的工作

作量。

[0013] 2. 设计独到,构思巧妙,制作成本低,适用于锁模激光器或其它激光器谐振腔腔长的精密调节。

[0014] 3. 适用于紫外光、可见光、红外光等多种波长激光的光程调节。

附图说明

[0015] 图 1 是本发明的光程精密补偿器结构示意图。

[0016] 图 2 是本发明实施例的声光锁模激光器结构示意图。

[0017] 图 3 是本发明实施例的光参量放大器结构示意图。

具体实施方式

[0018] 以下结合附图以及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不限定本发明。

[0019] 图 1 所示为本发明的光程精密补偿器结构示意图,包括两个棱镜形成的棱镜对,两个棱镜均为等腰三角形棱镜,顶角大小相等,沿长度方向平行放置,(图 1 示出的是棱镜的横截面)两棱镜之间有一定的间隙,相邻的等腰侧面相互平行(且由于顶角相等,两棱镜的底面必然相互平行),两个棱镜的等腰侧面均为通光面,光线从等腰侧面入射;当光线从左侧棱镜入射后,经过左侧棱镜、两个棱镜之间的间隔,再经过右侧棱镜出射,在这个过程中,光线对两个棱镜的入射角和出射角均为布儒斯特角(则光线在两个棱镜中的传播方向必然平行于棱镜的底面);在安装方面,右侧棱镜固定安装,左侧棱镜安装在可调节的底座上,调节底座时,左侧棱镜沿其底面的垂向移动,在图 1 中,通过底座下面的调节装置,使左侧棱镜向上(向下)移动,可减小(增大)其与右侧棱镜之间的间隔,以此达到光程调节的目的。

[0020] 使用该棱镜对光程精密补偿器时,假设图 1 中 A 为入射点,入射光线到达左侧棱镜的等腰侧面上,由于入射角和出射角均为布儒斯特角(下文简称布氏角),所以折射光线与棱镜的底面平行,出射后到达右侧棱镜,仍以布氏角为入射角和出射角, B 为出射点。光程调节时,调节左侧棱镜的位置,右侧棱镜固定,左侧棱镜和右侧棱镜的相对位置变化,左侧棱镜向上移动,两个棱镜之间的间隔缩小,光线在大棱镜中位置的变化和间隔的缩小,造成光线在棱镜对中的传输总距离发生变化,从而影响 A 点到 B 点的光程大小,实现光程调节。

[0021] 在图 1 实施例中,左侧棱镜较右侧棱镜尺寸较大,也即其横截面积大于右侧棱镜的横截面积,这是因为该实施例设计为左侧棱镜可调节,右侧棱镜固定,所以光的入射点和出射点在左侧棱镜上的位置是变化的,而在右侧棱镜上的位置是不变的,所以设置左侧棱镜较大是合适的。按照实际需要,也可设置为两个棱镜的尺寸相同或左侧棱镜较小,根据光斑的大小确定,只要保证透光质量即可。在棱镜的长度方面,没有特殊要求,一般设计为 6-15mm 可满足各种使用需求。

[0022] 在棱镜加工工艺中,将两个棱镜的入射面和出射面抛光,保证面型和光洁度等参数的加工精度,更为重要的时候,棱镜的顶角大小是严格规定的,根据入射角和出射角均为布氏角、入射光的波长和光在两种介质中的折射率,应用几何光学原理计算顶角大小,制作时严格按照计算结果进行加工,保证顶角大小符合要求。

[0023] 两个棱镜之间留有空隙,光线分别经两个棱镜的折射实现光程调节,对于这个空

隙,也即两棱镜的相互平行的等腰侧面的距离,一定程度上决定了光程的调节范围,原则上没有特殊约束,只要光线折射符合要求即可,实际中应使补偿器的体积尽量小,以便于使用,通常两者间隙在 5-15mm 较为合适。

[0024] 在本发明的实施例中,左侧棱镜的底座是可调节的,可通过有精细螺距的螺钉相连接的手轮实现这种调节,当转动手轮时,通过螺钉联动的棱镜可以沿其底面的垂向上下缓慢移动,从而改变光程。在光程改变的过程中,光束的入射位置和方向相对于棱镜变化极小,可以忽略,因此可以认为入射点和出射点固定不变,入射点在棱镜上的机械移动量大于光程的改变量,在本发明的实施例中,调节左侧棱镜的机械移动精度可准确到 0.02mm,光程变化精度控制在 0.014mm,调节精度得到了大幅提高。

[0025] 在棱镜的材料选取方面,两个棱镜材料相同,可以采用石英、K9 玻璃或氟化钙(CaF₂)等光学材料。在本发明的实施例中,使用的入射激光的波长为 1064nm,当棱镜材料为石英时,光折射率 $n_{\text{石英}} = 1.45$,计算可知实际光程变化量与机械移动量间的关系 $\Delta l'_{\text{石英}} = 0.71 \Delta l$;当棱镜材料为 k9 玻璃时,光折射率 $n_{\text{k9}} = 1.51$,计算得实际光程变化量与机械移动量之间的关系为 $\Delta l'_{\text{k9}} = 0.78 \Delta l$ 。可以看出,棱镜采用石英材料时比 k9 玻璃时调节精度稍高。

[0026] 上述棱镜对光程精密补偿器可应用在声光锁模激光器中。在声光锁模激光器中,声光调制器的工作频率为 $f_m = \frac{c}{4L}$,其中 c 为光速, L 为谐振腔的光程,由于锁模激光器对谐振腔长要求很严格,谐振腔内的光信号只有满足该工作频率时,才能形成稳定的锁模脉冲序列输出。当调制器工作频率和腔长不匹配时,光信号每次通过声光调制器时都会有所损耗,严重影响锁模效果。

[0027] 图 2 为本发明的棱镜对光程精密补偿器应用于声光锁模激光器的结构示意图,棱镜对置于原有声光锁模激光器的光路上,如图 2 所示,沿光路方向,棱镜对光程精密补偿器 102 位于全反镜 101 和小孔光阑 103 之间,后面依次为声光锁模激光器的激光工作物质 104,声光锁模器 105,和谐振腔输出镜 106。

[0028] 声光锁模器 105 靠近输出镜 106,工作频率为 70MHz,光阑直径大小为 1.6mm。腔长要考虑激光工作物质 104 和光学器件的折射率,实际光程为 $L = \frac{c}{4f_m} = 107.14 \text{ mm}$ 。通过旋转大棱镜的手轮,大棱镜缓慢移动,全反镜 101 和输出镜 106 之间的光程得以调节,可精确达到腔长要求,实现光程的精密补偿。在大棱镜移动过程中,入射光线与出射光线的方向不发生变化,且大棱镜在移动方向上通过手轮转动实现精确限位,在移动过程中对入射位置带来的微小偏差不会被放大。如果按照现有方式,直接移动腔镜调节,带来的腔镜的旋转可导致失谐。可见,在利用棱镜对的精密调节腔长的过程中,光束的位置和方向变化极小,不影响谐振腔的腔镜耦合,降低了锁模主振荡的调整难度,大大减少了工作量。另外,在实际应用中,单个棱镜折射可以引起色散,对锁模激光脉冲宽度有展宽作用,但第二个棱镜具有色散补偿作用,故棱镜对激光脉冲宽度大于 100fs 的脉宽变化的影响可以忽略。

[0029] 本发明的棱镜对光程精密补偿器还可应用于光参量放大(Optical Parametric Amplification, OPA)技术中,如图 3 所示,在光参量放大光路中,将棱镜对光程精密补偿器 201 放置在信号光反射镜 203 前面,用于光程的调节补偿,泵浦光反射-信号光增透镜 202 和 OPA 非线性晶体 204 在其常规位置。在 OPA 中,信号光和泵浦光在时间上要严格同步,而

由于泵浦光和信号光均为皮秒量级,时间长度为毫米量级,两条光路的光程不同,因此时间上可能稍有分离。

[0030] 当存在这种时间上的固定偏差时,通过调节设置在信号光路中的棱镜对精密光程补偿器 202,精确改变光程,实现在 OPA 非线性晶体中信号光与泵浦光在时间上的最大重叠,可获得较高的 OPA 放大效率。

[0031] 尽管为示例目的,已经公开了本发明的优选实施例,本领域的技术人员将意识到各种改进、增加和取代也是可能的,因此,本发明的范围应当不限于上述实施例。

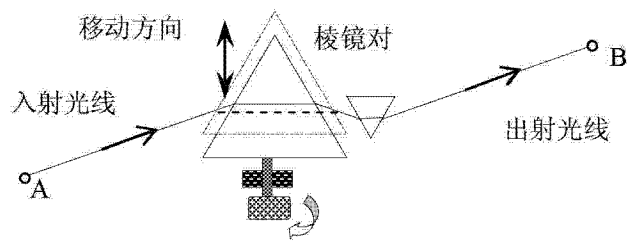


图 1

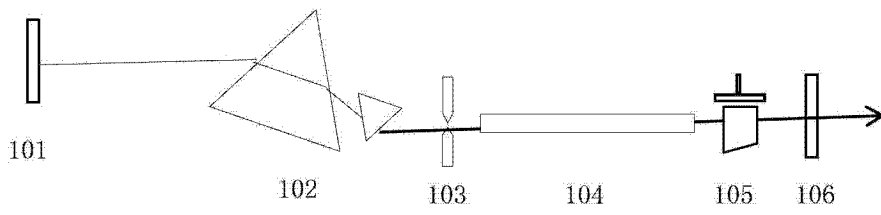


图 2

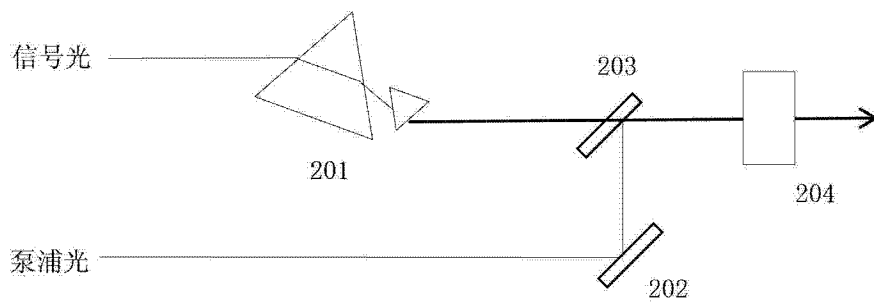


图 3