



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102707542 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201210180289. 0

(22) 申请日 2012. 06. 04

(73) 专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市嘉定区 800 - 211 邮政信箱

(72) 发明人 储玉喜 於亮红 梁晓燕 李儒新 徐至展

(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.

G02F 1/37(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005276285 A1, 2005. 12. 15,

US 2011013264 A1, 2011. 01. 20,

CN 2629933 Y, 2004. 08. 04,

审查员 全宇军

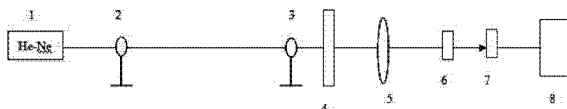
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

II类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法

(57) 摘要

一种 II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法, 所采用的器件包括 He-Ne 光源、小孔光阑、长焦透镜、洛匈棱镜、光电探头、示波器。该方法先利用辅助光源粗略调节 KDP 晶体的相位匹配角, 然后将产生的微弱绿光经长焦透镜聚焦至洛匈棱镜, 根据洛匈棱镜出射光的特点来调节 KDP 晶体的方位角, 再借助光电探头和示波器精确调节 KDP 晶体的相位匹配角, 直至二倍频输出最大。本发明的特点是巧妙地利用了洛匈棱镜的检偏特性来调节 KDP 晶体的方位角, 方便在较弱的基频光下调节 KDP 晶体, 不仅可以使得 KDP 晶体的倍频效率最优化, 而且保证了倍频光的偏振态。本发明具有调节方便、简单高效, 实用性强的特点。



1. 一种 II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法,其特征在于该方法包括下列步骤:

①准备:在设置 KDP 晶体的近红外基频光光路中,在 KDP 晶体之前的光路的两个位置分别放置第一小孔光阑 (2) 和第二小孔光阑 (3),利用红外光探测片探测基频光束的同时,调整第一小孔光阑 (2) 和第二小孔光阑 (3),使所述的基频光束的中心穿过所述的第一小孔光阑 (2) 和第二小孔光阑 (3),以确定基频光的方向;

②粗调 KDP 晶体的相位匹配角:在基频光光路中和第一小孔光阑 (2) 之前放置 He-Ne 激光器 (1),调节所述的 He-Ne 激光器 (1) 的调整架,使 He-Ne 激光器 (1) 输出的 He-Ne 激光光束通过所述的第一小孔光阑 (2) 和第二小孔光阑 (3),此时 He-Ne 激光光束与基频光方向重合;将固定在调整架上的 KDP 晶体 (4) 放置在第二小孔光阑 (3) 后光路中,并使得 He-Ne 激光光束入射至 KDP 晶体 (4) 的中心,通过调节 KDP 晶体 (4) 的调整架的俯仰和偏转,使从 KDP 晶体 (4) 表面反射的 He-Ne 光束与所述的第二小孔光阑 (3) 的中心重合,然后固定所述的 KDP 晶体 (4) 的调整架;

③调节 KDP 晶体的方位角:将所述的 He-Ne 激光器 (1)、第一小孔光阑 (2) 和第二小孔光阑 (3) 移走,开启基频光,所述的基频光在所述的 KDP 晶体 (4) 后会有微弱绿光输出;将一个长焦透镜 (5) 放在所述的 KDP 晶体 (4) 后的光路中,在所述的长焦透镜 (5) 的焦点附近放置洛匈棱镜 (6),通过调整架旋转所述的 KDP 晶体 (4),在所述的洛匈棱镜 (6) 后利用白色屏观察绿光,当绿光的光点唯一时,锁定 KDP 晶体 (4) 的调整架的旋转旋钮;

④精调 KDP 晶体的相位匹配角:在所述的洛匈棱镜 (6) 后的光路中放置光电探头 (7),所述的光电探头 (7) 的输出端与示波器 (8) 的输入端相连,将所述的光电探头 (7) 的输出输入到示波器 (8) 中,然后微调 KDP 晶体 (4) 调整架俯仰和偏转,观察示波器 (8) 上的波形幅值达到最大时,锁定所述的 KDP 晶体的调整架,调节完毕,将所述的长焦透镜 (5)、洛匈棱镜 (6)、光电探头 (7) 和示波器 (8) 移走。

II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法

技术领域

[0001] 本发明涉及大能量倍频激光系统,特别是一种 II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法。

背景技术

[0002] 超短超强激光将为强场超快科学、相对论非线性物理、天体物理等领域的发展提供新的研究手段,该技术自二十世纪八十年代中期以来得到飞速地发展,包括我国在内的世界各科技大国相继建立了大型的高功率超短脉冲激光装置。在飞秒量级超快激光系统中,基于钛宝石(Ti:Sapphire)晶体的啁啾脉冲放大(CPA)是主要的技术路线;而大口径 KDP 晶体是 1053nm 基频光的主要倍频晶体,所以,尽可能的提高 KDP 晶体的输出效率是提高泵浦能量,实现高能量激光输出的关键技术之一。

[0003] 在高能 PW (帕瓦)激光系统中,优化 KDP 晶体倍频效率的方法主要是调节 KDP 晶体的相位匹配角和方位角使得倍频光输出效率最大;该方法的原理可概括如下:

[0004] II 类 KDP 晶体倍频的表达式为 $o+e \rightarrow e$, KDP 晶体的倍频效率与光线传播方向 (θ, ϕ) 有关, $d_{\text{eff}} = (d_{14} + d_{36}) \sin \theta \cos \theta \cos 2\phi$, 最佳相位匹配问题就是在相位匹配角 θ 满足的情况下,选择光线传播的方位角 ϕ , 使 KDP 晶体的倍频效率达到最大。图(1)给出了基频光在 KDP 晶体中的倍频过程;图中的 θ 为相位匹配角,为基频光传播方向相对于晶体光轴 Z 方向的夹角, ϕ 角为光线在 xy 平面的投影与光轴的夹角。为了减少反射损失和便于调节,实验中一般总希望让基频光正入射晶体表面。所以加工倍频晶体时,须按一定方向切割晶体,以使晶体法线方向和光轴方向成 θ , 见图(2)。因此,在调节 KDP 晶体的相位匹配角时,只要使基频光垂直入射至晶体表面即可。但是由于存在加工误差,在确定基频光正入射至晶体表面后,仍需微调相位匹配角使得 KDP 晶体达到最佳匹配状态;II 类倍频中入射的基频光的偏振态为 45° 线偏光,当输出光为水平偏振光或垂直偏振光时,此时对应的方位角 ϕ 为 0° 或 90° , 根据有效非线性系数的表达式可知,此时的有效非线性系数最大,转换效率最高。当倍频光的偏振态不在这两个状态时,晶体没有处在最佳倍频状态,输出效率偏低。通过旋转晶体,可以改变方位角的大小,且输出光的偏振态随相位角的改变而改变。

[0005] 目前,在高能 PW 激光系统中,大口径 KDP 倍频晶体的调节方法的主要步骤可概述如下:将 KDP 倍频晶体放置在放大器后,使光入射至晶体中心;调整 KDP 晶体的相位匹配角和方位角,同时用白纸在 KDP 后观察绿光的强弱,直至绿光最强时停止旋转,固定 KDP 晶体架;该方法主要存在以下缺点:由于基频光是不可见光,并且一般 KDP 晶体表面都镀有 1053nm 增透膜,直接观察基频光是否垂直入射晶体表面是很困难的;利用人眼观察绿光的强弱很容易引起眼睛疲劳,进而造成判断不准确,影响了倍频输出;即使在输出的绿光最强时,对应的输出光的偏振态不一定是水平偏振光,也有可能是垂直偏振光;该方法需要进行多次的单发实验才能得到较高的倍频效率,耗时很长,且倍频效率得不到最大化,不能确保输出光的偏振态。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服上述现有大口径 KDP 倍频晶体调节方法的缺点 ;提供一种 II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法,该方法既可以使倍频效率最大化,又可以确保输出光偏振态的调节方法,该方法不仅操作简单、科学有效,而且实用性强。

[0007] 本发明的技术解决方案如下 :

[0008] 一种 II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法,其特征在于该方法包括下列步骤 :

[0009] ①准备 :在设置 KDP 晶体的近红外基频光光路中,在 KDP 晶体设计位置之前的光路的两个位置分别放置第一小孔光阑和第二小孔光阑,利用红外光探测片探测基频光束的同时,调整第一小孔光阑和第二小孔光阑,使所述的基频光束的中心穿过所述的第一小孔光阑和第二小孔光阑,以确定基频光的方向 ;

[0010] ②粗调 KDP 晶体的相位匹配角 :在基频光光路中和第一小孔光阑之前放置 He-Ne 激光器,调节所述的 He-Ne 激光器的调整架,使 He-Ne 激光器输出的 He-Ne 激光光束通过所述的第一小孔光阑和第二小孔光阑,此时 He-Ne 激光光束与基频光方向重合 ;将固定在调整架上的 KDP 晶体放置在第二小孔光阑后的光路中 KDP 晶体的设计位置,并使得 He-Ne 激光光束入射至 KDP 晶体的中心,通过调节 KDP 晶体的调整架的俯仰和偏转,使从 KDP 晶体表面反射的 He-Ne 光束与所述的第二小孔光阑的中心重合,然后锁定所述的 KDP 晶体的调整架 ;

[0011] ③调节 KDP 晶体的方位角 :将所述的 He-Ne 激光器、第一小孔光阑和第二小孔光阑移走,开启基频光,所述的基频光在所述的 KDP 晶体后会有微弱绿光输出 ;将一个长焦透镜放在所述的 KDP 晶体后的光路中,在所述的长焦透镜的焦点附近放置洛匈棱镜,通过调整架旋转所述的 KDP 晶体,在所述的洛匈棱镜后利用白色观察绿光,当绿光的光点唯一时,锁定 KDP 晶体 ;

[0012] ④精调 KDP 晶体的相位匹配角 :在所述的洛匈棱镜后的光路中放置光电探头,所述的光电探头的输出端与示波器的输入端相连,将所述的光电探头的输出输入到示波器中,然后微调 KDP 晶体调整架俯仰和偏转,观察示波器上的波形幅值达到最大时,固定所述的 KDP 晶体的调整架,调节完毕,将所述的长焦透镜、洛匈棱镜、光电探头和示波器移走。

[0013] 与先方法相比,本发明具有以下显著的特点 :

[0014] 1、利用可见 He-Ne 光作为辅助光源来确定相位匹配角,在观察 KDP 晶体表面回光时十分简单有效,可以节约大量时间 ;

[0015] 2、利用洛匈棱镜来判断 KDP 晶体的最佳方位角,准确度高,最大可以达到理想的方位角,从而保证了输出的绿光最强,使得倍频效率最大化 ;

[0016] 3、利用洛匈棱镜来确保倍频光的水平偏振态,保证了激光晶体对泵浦光的最大吸收,从而可以提高最终种子光的放大效率。

附图说明

[0017] 图 1 是 KDP 单轴晶体中的 o 光和 e 光。

[0018] 图 2 是非线性晶体的切割。

[0019] 图 3 是本发明 II 类 KDP 晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法的简易光路

图。

具体实施方式

[0020] 下面结合实施例和附图对本发明作进一步说明,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0021] 先请参阅图3,图3是本发明II类KDP晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法的简易光路图。由图可见本发明II类KDP晶体对红外光倍频最佳匹配状态的调节方法,包括下列步骤:

[0022] ①准备:在设置KDP晶体的近红外基频光光路(光束前进方向自左至右)中,在KDP晶体之前的光路的两个位置分别放置第一小孔光阑2和第二小孔光阑3,利用红外光探测片探测基频光束的同时,调整第一小孔光阑2和第二小孔光阑3,使所述的基频光束的中心穿过所述的第一小孔光阑2和第二小孔光阑3,以确定基频光的方向;

[0023] ②粗调KDP晶体的相位匹配角:在基频光光路中和第一小孔光阑2之前放置He-Ne激光器1,调节所述的He-Ne激光器1的调整架,使He-Ne激光器1输出的He-Ne激光光束通过所述的第一小孔光阑2和第二小孔光阑3,此时He-Ne激光光束与基频光方向重合;将固定在调整架上的KDP晶体4放置在第二小孔光阑3后光路中,并使得He-Ne激光光束入射至KDP晶体4的中心,通过调节KDP晶体4的调整架的俯仰和偏转,使从KDP晶体4表面反射的He-Ne光束与所述的第二小孔光阑3的中心重合,然后固定所述的KDP晶体4的调整架;

[0024] ③调节KDP晶体的方位角:将所述的He-Ne激光器1、第一小孔光阑2和第二小孔光阑3移走,开启基频光,所述的基频光在所述的KDP晶体4后会有微弱绿光输出;将一个长焦透镜5放在所述的KDP晶体4后的光路中,在所述的长焦透镜5的焦点附近放置洛匈棱镜6,通过调整架绕光束旋转所述的KDP晶体4,在所述的洛匈棱镜6后利用白色屏观察绿光,当绿光的光点唯一时,锁定KDP晶体4;

[0025] ④精调KDP晶体的相位匹配角:在所述的洛匈棱镜6后的光路中放置光电探头7,所述的光电探头7的输出端与示波器8的输入端相连,将所述的光电探头7的输出输入到示波器8中,然后微调KDP晶体4调整架俯仰和偏转,观察示波器8上的波形幅值达到最大时,锁定所述的KDP晶体的调整架,调节完毕,将所述的长焦透镜5、洛匈棱镜6、光电探头7和示波器8移走。

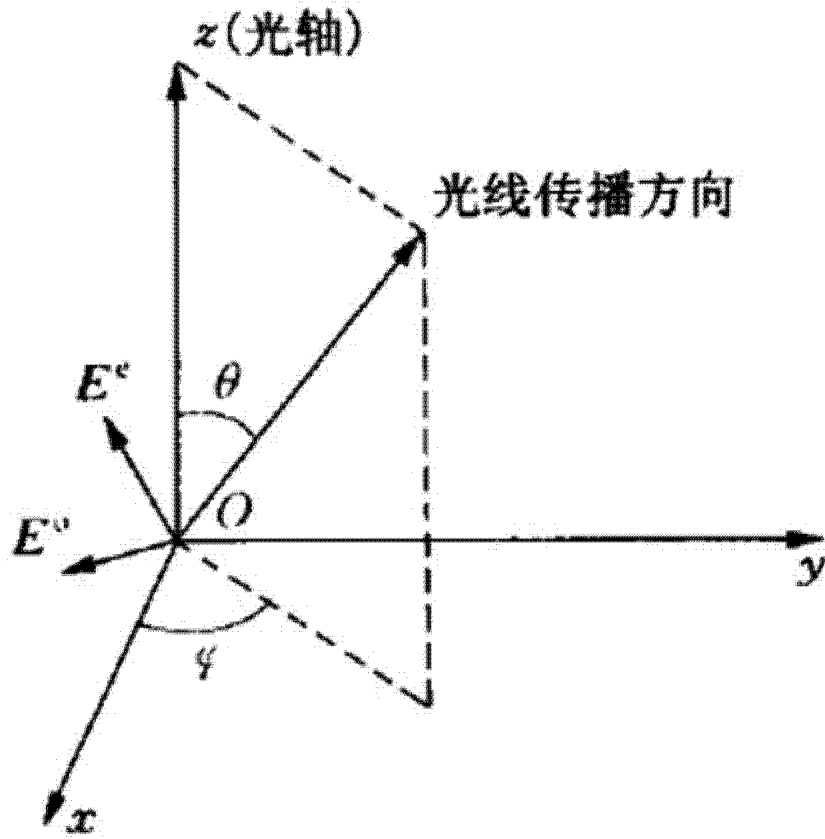


图 1

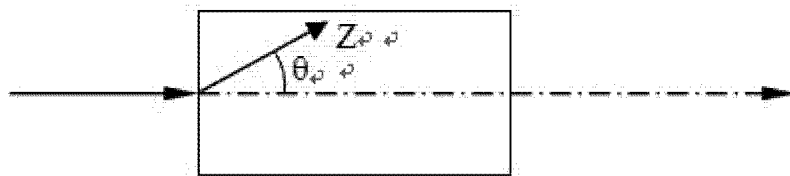


图 2

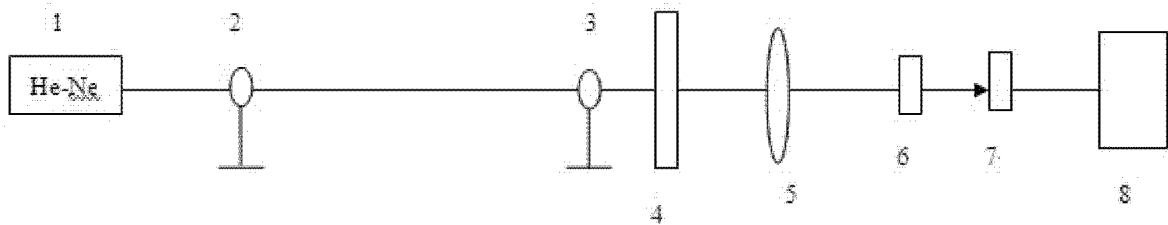


图 3