

改善光学参量放大激光系统输出 闲置光束参数的装置

申请号：[200910053209.3](#)

申请日：2009-06-17

申请(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800-211邮政信箱](#)
发明(设计)人 [张春梅](#) [黄延穗](#) [王建良](#) [冷雨欣](#) [李儒新](#) [徐至展](#)
主分类号 [G02F1/39\(2006.01\)I](#)
分类号 [G02F1/39\(2006.01\)I](#)
公开(公告)号 [101576698A](#)
公开(公告)日 [2009-11-11](#)
专利代理机构 [上海新天专利代理有限公司](#)
代理人 [张泽纯](#)

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/39 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910053209.3

[43] 公开日 2009 年 11 月 11 日

[11] 公开号 CN 101576698A

[22] 申请日 2009.6.17

[21] 申请号 200910053209.3

[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 张春梅 黄延穗 王建良 冷雨欣
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

代理人 张泽纯

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称

改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置

[57] 摘要

一种改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置，是在输入超短参量放大激光的光路上依次设置第一聚焦透镜、空心光波导和第二聚焦透镜，所述的第一聚焦透镜、空心光波导和第二聚焦透镜的光轴方向与入射光方向相同，所述的第一聚焦透镜将入射光束聚焦到所述的空心光波导中，所述的第二聚焦透镜将所述的空心光波导的输出光束准直。本发明通过空心光波导修整红外脉冲模式，优化光学参量放大激光系统输出参数，进一步提高了光束的载波包络相位的稳定度。具有操作简单，易于调节，效果明显的优点。



1、一种改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置，其特征是在输入超短参量放大激光的光路上依次设置：第一聚焦透镜（1）、空心光波导（2）和第二聚焦透镜（3），所述的第一聚焦透镜（1）、空心光波导（2）和第二聚焦透镜（3）的光轴方向与入射光方向相同，所述的第一聚焦透镜（1）将入射光束聚焦到所述的空心光波导（2）中，所述的第二聚焦透镜（3）将所述的空心光波导（2）的输出光束准直。

2、根据权利要求1的所述的改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置，其特征在于所述的空心光波导（2）是石英空心光纤。

3、根据权利要求1的所述的改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置，其特征在于所述的第一聚焦透镜（1）的焦距、空心光波导（2）的内径大小与光斑大小，波长相匹配， $D=3.66*f*\lambda/d$

其中：D为空心光波导的通光口径，f为第一聚焦透镜的焦距， λ 为入射光波长，d为入射光束光斑的直径。

改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置

技术领域

本发明涉及光学参量放大（OPA）激光系统，特别是一种改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置，主要适用于红外载波包络相位（CEP）稳定的光学参量放大激光系统输出脉冲的优化。

背景技术

飞秒激光在最近几十年时间里的快速发展，为人类充分探索微观超快现象及研究强场物理提供了前所未见的实用手段和发展机遇。高能量的单周期脉冲与物质相互作用可以产生几十甚至几百阶的高次谐波，泵浦的脉冲光达到周期量级时，可以输出连续的高次谐波，连续谱的高次谐波压缩后可以得到单个阿秒（ 10^{-18} s）脉冲，可以探测更快的物质动力学过程，如原子内部电子的运动。阿秒脉冲是开拓阿秒光谱学、阿秒物理学及阿秒科学技术等的重要工具。

周期量级脉冲中描述脉冲的参数——载波包络相位（简称为CEP）对与瞬时电场强度有关的非线性实验具有决定性的影响，例如：高次谐波和阿秒脉冲的产生。CEP指的是周期量级脉冲包络最大值和包络下电场振荡最大值之间的相对相位，它决定了脉冲的瞬时电场强度。随着频标测量学和阿秒科学等研究的不断深入，提供CEP稳定的飞秒激光源，已经成为当今最前沿的研究内容之一。

A. Baltuška等人早在2002年就提出了利用差频产生技术（different frequency generation：简称为DFG）或者光学参量放大（OPA）的基本原理来实现超短激光脉冲CEP的自稳定。CEP稳定的光可以直接通过DFG过程产生，进而再通过OPA过程将其放大。C. Vozzi等人在文章“Characterization of a high-energy self-phases stabilized near-infrared parametric source”(J. Opt. Soc. Am. B/Vol. 25, No. 7/July 2008)中，给予DFG技术得到红外CEP稳定的激光源，并将其应用于高次谐波产生，将截止能量推到了更高水平。但是由于DFG过程受到了成丝展宽的光谱限制，输出激光调谐范围不是很宽。另外，在OPA过程中，当信号光和泵浦光来源于同一台激光器时，它们的CEP是同步的，于是由于闲散光的CEP与前二者CEP之差有关，OPA产生的闲散光脉冲的

CEP就是泵浦光和信号光的相位差，为常数，是天然稳定的。但是由于闲置光的光斑很差，并有很大的空间啁啾，通过OPA产生的CEP稳定的红外激光至今都未应用于高次谐波产生。

发明内容

本发明的目的在于解决基于OPA技术产生的CEP稳定的红外激光不能应用于高次谐波等实验所存在的问题，提出一种改善OPA激光系统输出闲置光束参数的装置，使其应用于高次谐波产生，乃至阿秒产生。

本发明的技术解决方案如下：

一种改善OPA激光系统输出闲置光束参数的装置，在输入超短参量放大激光的光路上依次设置第一聚焦透镜、空心光波导和第二聚焦透镜。第一聚焦透镜、空心光波导和第二聚焦透镜的光轴方向与入射光方向相同，第一聚焦透镜将入射光束聚焦到空心光波导中，第二聚焦透镜将空心光波导输出光束准直。

所述的空心光波导（2）是石英空心光纤。

所述的第一聚焦透镜的焦距与空心光波导的通光孔径大小，按照以下公式匹配：

$$D=3.66*f*\lambda/d$$

其中：D为空心光波导的通光口径，

f为第一聚焦透镜的焦距，

λ 为入射光波长，

d为入射光束光斑的直径。

本发明利用空心光波导，使OPA脉冲形成新的激光模式（基模），从而改善OPA系统输出激光光斑质量，减少空间啁啾，以及利用空心光波导提高OPA激光的指向性，从而减少环境对OPA系统输出的激光CEP的影响，降低OPA系统CEP抖动，经分析表明本发明的优点是：

- 1、本发明装置可有效改善光束质量，提高激光聚焦能力。
- 2、本发明装置可有效降低入射光束的角色散，可将OPA光束的角色散降低到可忽略的水平。
- 3、本发明装置不仅不会影响入射光束的CEP稳定，而且提高光束的指向性，从而进一步提高光束的CEP稳定度。
- 4、本发明装置可应用不同波长，不受波长的限制，可应用于波长调谐系统。

5、本发明装置的结构简单，元件少，操作简单，易于调节。

附图说明

图 1 为本发明改善 OPA 激光系统的输出闲置光束参数的装置的结构示意图。

图 2 为应用本发明的光学参量放大激光系统结构的示意图

图 3 为现有光学参量放大激光系统的输出激光的空间啁啾图

图 4 为使用本发明装置的光学参量放大激光系统的输出激光的空间啁啾图

图 5 为使用本发明装置的光学参量放大激光系统的输出激光 CEP 性能图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例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。

先请参阅图 1，图 1 为本发明改善 OPA 激光系统的输出闲置光束参数的装置的结构示意图。由图可见，本发明改善光学参量放大激光系统输出闲置光束参数的装置，其特点是在输入超短参量放大激光的光路上依次设置第一聚焦透镜 1、空心光波导 2 和第二聚焦透镜 3，所述的第一聚焦透镜 1、空心光波导 2 和第二聚焦透镜 3 的光轴方向与入射光方向相同，所述的第一聚焦透镜 1 将入射光束聚焦到所述的空心光波导 2 中，所述的第二聚焦透镜 3 将所述的空心光波导 2 的输出光束准直。

图 2 为未应用本发明装置的光学参量放大激光系统结构的示意图，

原光学参量放大激光系统的入射光束的波长 $\lambda_0=800\text{nm}$ ，光束分为三部分，其中一部分光束用于超连续谱产生，其余两光束用于泵浦两级参量放大级。超连续谱在第一参量放大级被放大，并产生相应的闲置光，闲置光在第二参量放大级中得到放大，由于采用了第一放大级输出的闲置光作为第二放大级的信号光，光学参量放大系统最终输出光束有很大的空间啁啾，并且光束质量差。

将本发明装置设置在图 2 激光系统的两级参量放大级之间，将第一参量放大级输出的闲置光进行优化，然后再输入第二参量放大级进行放大。空间啁啾及光束质量都得到改善。

应用本发明的光学参量放大激光系统的输出激光的聚焦光斑为完美的高斯型分布，图 3 与图 4 分别为未使用本发明装置与使用本发明装置的光学参量放大激光系统的输出激光的空间啁啾图，图 5 为测得的使用本发明的装置光学参量放大激光系

统的输出激光 CEP 性能图，1.8 微米激光 10 分钟内 CEP 抖动量为 0.103 弧度，从图 3、图 4 和图 5 可以看出，本发明装置的应用大大提高了光学参量放大激光系统输出激光的性能。使用本发明装置的光学参量放大激光系统已经应用于高次谐波产生，并将截止能量推到更高水平。。

本发明解决了基于 OPA 技术产生的 CEP 稳定的红外激光不能应用于高次谐波等实验所存在的问题，使其应用于高次谐波产生实验，为阿秒产生实验等物理实验提供的更广泛的光源选择。

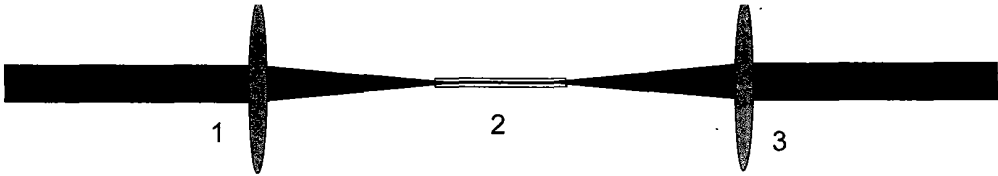


图 1

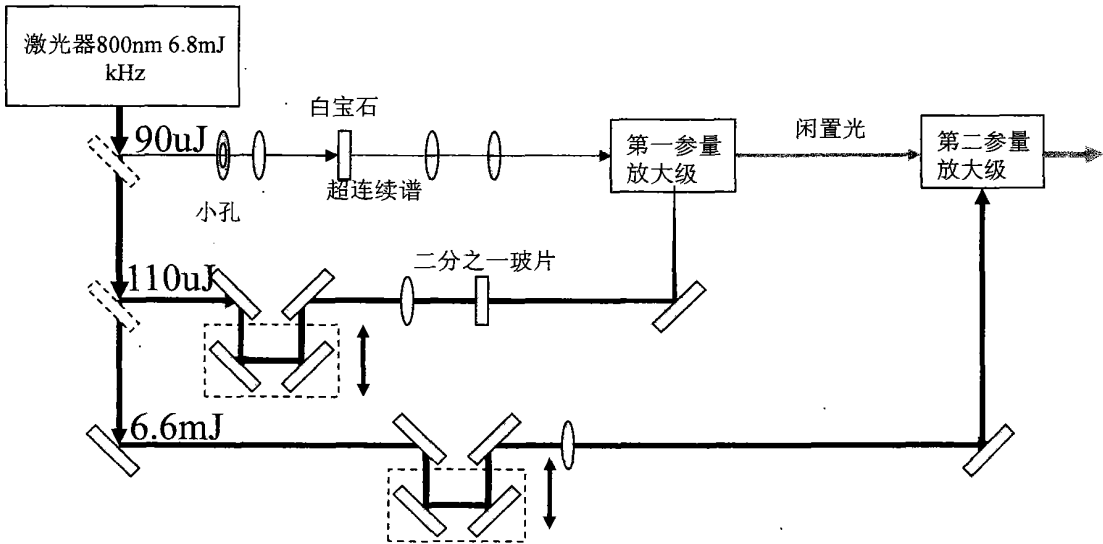


图 2

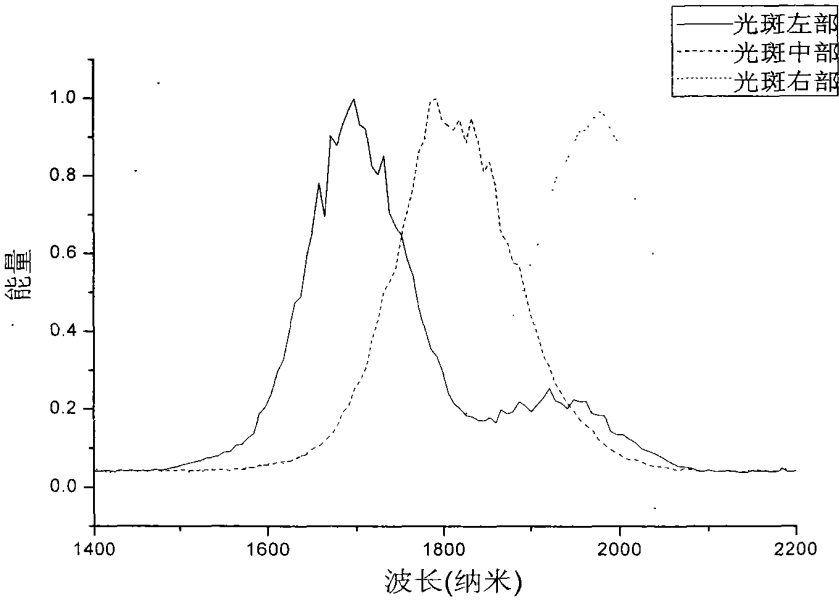


图 3

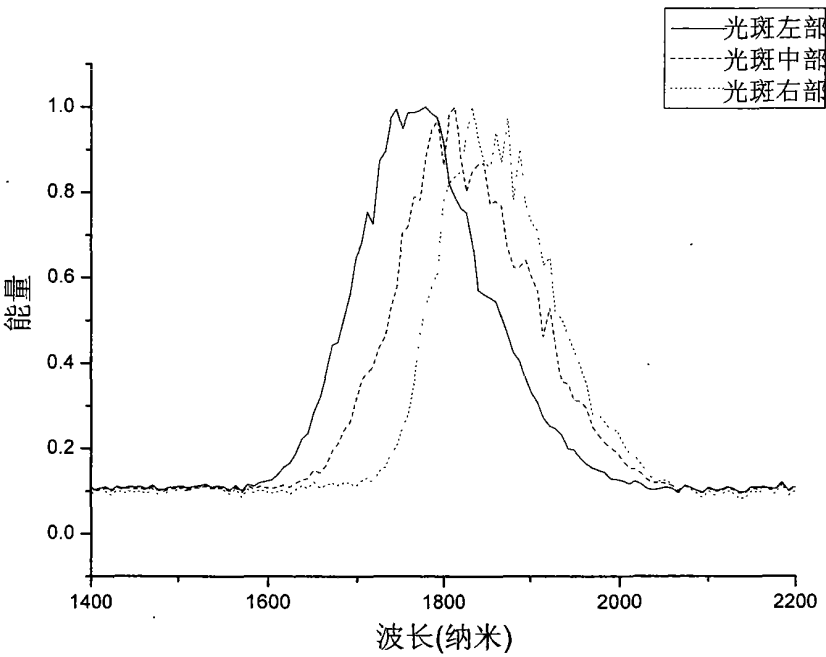


图 4

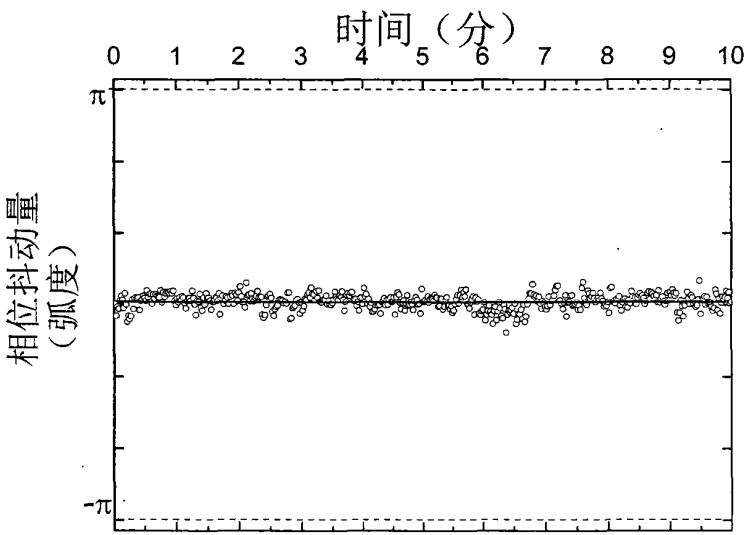


图 5