



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104538825 A

(43) 申请公布日 2015.04.22

(21) 申请号 201510015605.2

(22) 申请日 2015.01.13

(71) 申请人 上海朗研光电科技有限公司

地址 200237 上海市闵行区春申路 1985 弄
69 号 2319 室 1 区

(72) 发明人 曾和平 陈杰 张帅

(74) 专利代理机构 上海蓝迪专利事务所 31215

代理人 徐筱梅

(51) Int. Cl.

H01S 3/098(2006.01)

H01S 3/11(2006.01)

H01S 3/067(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种在光纤激光器自启动过程中检测锁模信号稳定性的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种在光纤激光器自启动过程中检测锁模信号稳定性的方法,该方法使用了动态的调整比较电平值来滤除掉锁模状态下稳定性比较差的信号,从而筛选出高稳定性的种子源信号。在反馈回路中加入了一个高速比较器,并且其阈值电平可以通过 FPGA 动态调节,不仅可以分辨出脉冲信号的重复频率,并且能够准确的判断光信号的幅度抖动范围。通过采用动态调整比较电平的方法,设定合适的区间以滤除不稳定的锁模状态,解决了目前仅依靠判断不可调节的比较电平情况下的锁模状态计数值而无法识别出不稳定的锁模状态的问题,保证了激光器在自启动阶段能够准确的找到高稳定性的锁模状态,同时也提升了激光器的整机性能。

1. 一种在光纤激光器自启动过程中检测锁模信号稳定性的方法, 其特征在于该方法包括以下具体步骤:

a、先进行手动锁模, 然后设定比较电平值在锁模信号幅值的 50%, 并对比较后输出的脉冲信号进行计数, 并从中筛选出种子源信号频率计数 count_max 正确的信号;

b、调整比较电平值, 并对比较后输出的脉冲信号进行计数, 如果此时的信号脉冲个数小于 count_max 的 90%, 则减小比较电平值; 如果此时的脉冲信号个数大于 count_max 的 90%, 则增大比较电平值, 如此反复, 直到输出的脉冲个数为 count_max 的 90% 时, 记录对应的比较电平值 $\text{compare_lever_90percent}$;

c、调整比较电平值, 并对比较后输出的脉冲信号进行计数, 如果此时的信号脉冲个数小于 count_max 的 10%, 则减小比较电平值; 如果此时的脉冲信号个数大于 count_max 的 10%, 则增大比较电平值, 如此反复, 直到输出的脉冲个数为 count_max 的 10% 时, 记录对应的比较电平值 $\text{compare_lever_10percent}$;

d、把 10% 的计数对应的比较电平值减去 90% 的计数对应的比较电平值, 如果差值在一定的范围, 则认为此锁模状态下的信号稳定性比较好, 否则认为此锁模状态不好, 直接丢弃。

一种在光纤激光器自启动过程中检测锁模信号稳定性的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及飞秒光纤激光器类,属于激光技术领域。具体地说是在飞秒光纤激光器自动锁模的过程中提供一种能够检测种子源信号幅值稳定度的方法,这种方法可以在锁模自启动过程中有效的滤除不稳定的锁模状态,挑选出稳定度好的状态,增强自启动过程的可靠性,提高飞秒光纤激光器的整体性能。

背景技术

[0002] 超快激光技术是光学研究领域的一个重要分支,其中飞秒脉冲激光具有极高的峰值功率和时间分辨性,广泛用于光学显微成像、太赫兹产生、非线性效应、激光测距、精细加工、生物医疗等领域。

[0003] 传统的飞秒激光产生都是依赖固体激光器,例如应用最广泛的钛宝石激光器。但是这类激光器均采用空间光结构,造价昂贵且维护复杂,对使用环境有相当高的要求,因此主要应用于实验室环境中。相比之下,飞秒光纤激光器采用光纤结构实现激光的产生和放大,具有低成本和高稳定性的特性,在许多领域可以替代固体激光器,并且在精密加工等工业应用领域展现出尤为明显的优越性,因此成为近年来的研发和应用热点。

[0004] 飞秒光纤激光系统中的一个重要技术是自动锁模技术,其中一种有效的手段是采用偏振旋转实现自动锁模,具体做法在环形腔中加入一个电控的偏振控制器 EPC,通过调节 EPC 的电压挤压光纤,可以改变环路中的偏振状态和折射率,通过检测输出信号的幅度和频率,形成反馈回路,最终实现锁模输出。对输出光信号的检测,通常是采用光电二极管将光信号转为电信号,当锁模状态出现时,会产生一个特定重复频率(该频率值与腔长有关)的周期性脉冲信号,将该信号送入计数器,如计数结果符合设定结果,即认为锁模成功。

[0005] 由于一个环形腔通常会有多个锁模状态,而这些状态又有好坏之分:好的锁模状态频率稳定,幅度抖动小;而不好的锁模状态幅度抖动较大。上述的直接检测的方法无法分辨锁模状态的幅度抖动,因此这种检测方式的输出结果会包含幅度抖动较大的锁模状态,这种情况通常对应非高斯型的光谱,不利于后级的展宽、压缩和放大。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对激光器在自动锁模过程中由于比较电平不可调导致无法准确识别出高稳定性的锁模状态而提出的一种新型的识别高稳定性的锁模状态的方法,该方法使用了动态的调整比较电平值来滤除掉锁模状态下稳定性比较差的信号,从而筛选出高稳定性的种子源信号。在反馈回路中加入了一个高速比较器,并且其阈值电平可以通过现场可编程门阵列(FPGA)动态调节,不仅可以分辨出脉冲信号的重复频率,并且能够准确的判断光信号的幅度抖动范围,通过设定合适的区间,目前的方法由于比较电平不可调节,只要是比较电平之上的波形都会被计数器统计到,但是幅值不稳定的波形无法被识别出来,而根据计数值来判断锁模状态的方法也就无法识别出不稳定的锁模状态,而采用动态调整

比较电平,则可以解决此问题,准确的找到高稳定性的锁模状态。

[0007] 本发明的目的是这样实现的:

一种在光纤激光器自启动过程中检测锁模信号稳定性的方法,该方法包括以下具体步骤:

a、先进行手动锁模,然后设定比较电平值在锁模信号幅值的 50%,并对比较后输出的脉冲信号进行计数,并从中筛选出种子源信号频率计数 $count_max$ 正确的信号;

b、调整比较电平值,并对比较后输出的脉冲信号进行计数,如果此时的信号脉冲个数小于 $count_max$ 的 90%,则减小比较电平值;如果此时的脉冲信号个数大于 $count_max$ 的 90%,则增大比较电平值,如此反复,直到输出的脉冲个数为 $count_max$ 的 90%时,记录对应的比较电平值 $compare_lever_90percent$;

c、调整比较电平值,并对比较后输出的脉冲信号进行计数,如果此时的信号脉冲个数小于 $count_max$ 的 10%,则减小比较电平值;如果此时的脉冲信号个数大于 $count_max$ 的 10%,则增大比较电平值,如此反复,直到输出的脉冲个数为 $count_max$ 的 10%时,记录对应的比较电平值 $compare_lever_10percent$;

d、把 10% 的计数对应的比较电平值 ($compare_lever_10percent$) 减去 90% 的计数对应的比较电平值 ($compare_lever_90percent$),如果差值在一定的范围,则认为此锁模状态下的信号稳定性比较好,否则认为此锁模状态不好,直接丢弃。

[0008] 本发明的有益效果:

本发明采用动态调整比较电平的方法滤除不稳定的锁模状态,解决了目前仅依靠判断不可调节的比较电平情况下的锁模状态计数值而无法识别出不稳定的锁模状态的问题,保证了激光器在自启动阶段能够准确的找到高稳定性的锁模状态,同时也提升了激光器的整机性能。

附图说明

[0009] 图 1 为本发明比较电平调整示意图;

图 2 为本发明寻找比较电平 B 点和 C 点流程图。

具体实施方式

[0010] 以下结合附图通过实施例对本发明特征及其它相关特征作进一步详细说明,以便于同行业技术人员的理解。

实施例

[0011] 参阅图 1,图中:

(1)、比较电平设定在 A 点:激光器开机之后,先把比较电平设定在一个比较低的值(A 点),然后进行扫描 EPC 的 X 轴、Y 轴和 Z 轴,得到激光器种子源信号频率计数在正确范围的波形;

(2)、电平比较后输出 90% 的波形:针对(1)得到的波形反复调整比较电平的值得,使得电平比较后输出的脉冲计数值为(1)认为的正确波形的脉冲计数的 90% 左右,则设定此点为 B 点;

(3)、电平比较后输出 10% 的波形 : 针对(1)得到的波形反复调整比较电平的值, 使得电平比较后输出的脉冲计数值为(1)认为的正确波形的脉冲计数的 10% 左右, 则设定此点为 C 点 ;

(4)、B 点比较电平和 C 点比较电平的差值 : 把步骤(2)得到的 B 点的比较电平和步骤(3)得到的 C 点的比较电平相减, 如果差值在波形幅值的 10% 的范围之内则认为此锁模状态波形比较稳定, 否则直接丢弃。

[0012] 参阅图 2 :

自动寻找比较电平 B 点流程 : 先初始化设定一个比较电平值, 然后对电平比较之后的脉冲进行计数, 如果脉冲计数值为比较电平在 A 点的正确波形的脉冲计数的 90% 左右, 则设定此点为 B 点 ; 否则重新调整比较电平值, 再次进行计数, 如此反复, 直到满足条件为止 ;

自动寻找比较电平 C 点流程 : 先初始化设定一个比较电平值, 然后对电平比较之后的脉冲进行计数, 如果脉冲计数值为比较电平在 A 点的正确波形的脉冲计数的 10% 左右, 则设定此点为 C 点 ; 否则重新调整比较电平值, 再次进行计数, 如此反复, 直到满足条件为止。

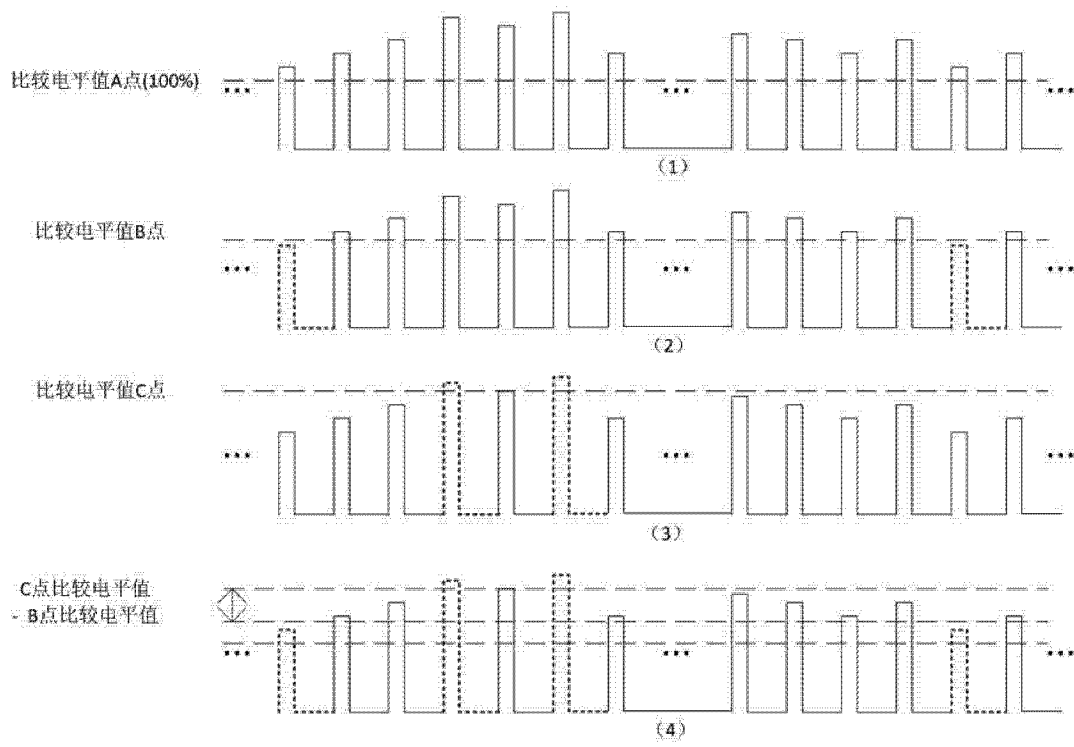


图 1

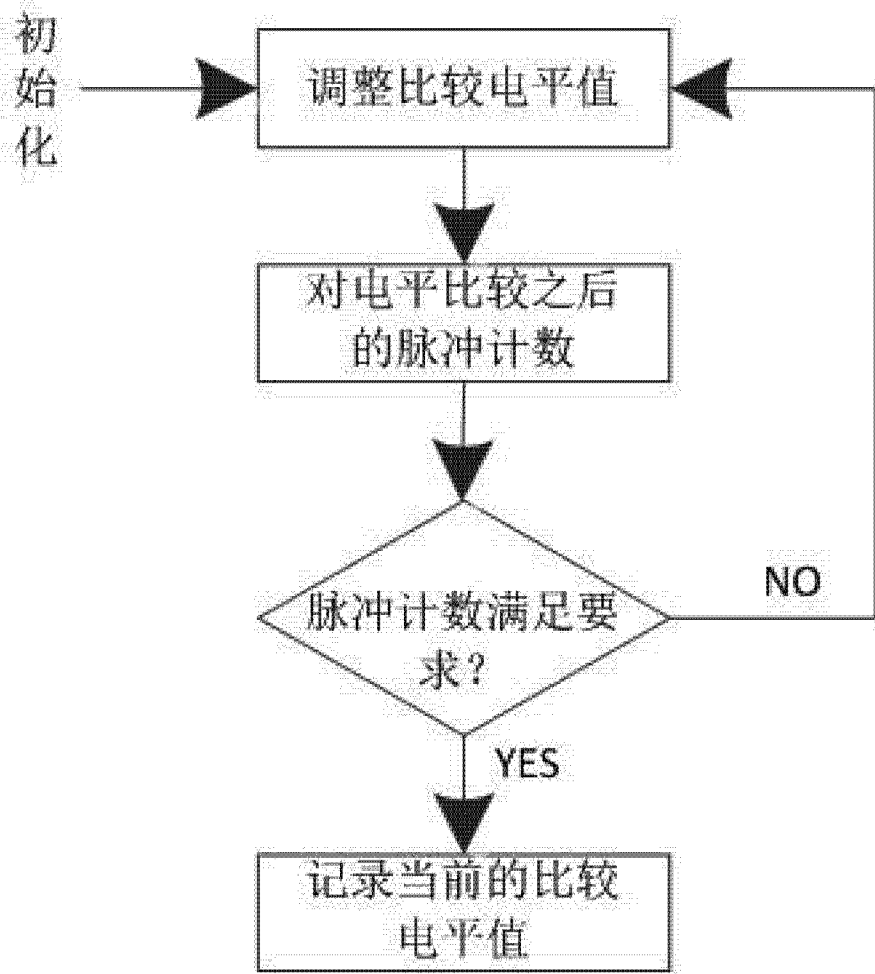


图 2