



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210109534 U

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201920753439.X

(22)申请日 2019.05.23

(73)专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖六区潮王路18号

(72)发明人 郭淑琴 林盈 任宏亮 李胜

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务有限公司 33241

代理人 王利强

(51)Int.Cl.

G02F 1/35(2006.01)

G02F 1/39(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

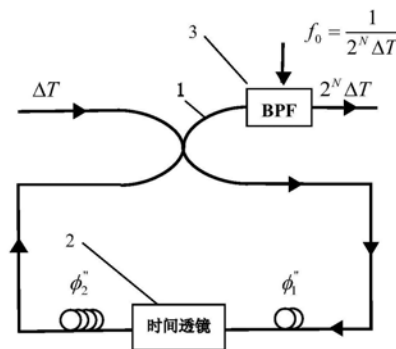
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

一种基于时间透镜成像的2的N次幂倍光脉宽放大系统

(57)摘要

一种基于时间透镜成像的2的n次倍光脉宽放大系统,包括2×2光耦合器、时间透镜成像放大子系统和带通滤波器,所述时间透镜成像放大子系统为M′=2倍的时间透镜成像子系统,所述带通滤波器为中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 的光滤波器,所述2×2光耦合器的一个端口输入信号脉冲,是整个系统的输入端口,一个端口用于输出放大之后的脉冲,与之相连的带通滤波器通过中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 将输入的信号脉宽ΔT放大



CN 210109534 U 为 $M=2^N$ 倍的输出光脉冲;所述2×2光耦合器的另外两个端口通过一个M′=2的2倍时间透镜成像子系统相连成闭环。本实用新型利用一个放大倍数为M′=2的时间透镜成像系统,通过循环方式实现了 $M=2^N$ 倍的信号脉宽放大。

1. 一种基于时间透镜成像的 2^N 次幂倍光脉宽放大系统,其特征在于,所述系统包括 2×2 光耦合器、时间透镜成像放大子系统和带通滤波器,所述时间透镜成像放大子系统为 $M' = 2$ 倍的时间透镜成像子系统, M' 是放大倍,所述带通滤波器为中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 的光滤波器, N 是光信号在 2 倍时间透镜成像子系统中的循环次数, ΔT 为脉宽,所述 2×2 光耦合器的一个端口输入信号,一个端口与中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 的光滤波器相连,将输入信号放大 $M = 2^N$ 倍输出;所述 2×2 光耦合器的另外两个端口通过一个 $M' = 2$ 倍的时间透镜成像子系统相连成闭环。

2. 如权利要求1所述的一种基于时间透镜成像的 2^N 次幂倍光脉宽放大系统,其特征在于,所述时间透镜成像放大子系统由输入段光纤、时间透镜和输出段光纤三部分构成,所述输出段光纤的二阶色散量 ϕ''_2 是输入段光纤的二阶色散量 ϕ''_1 的两倍,即 $\phi''_2 = 2\phi''_1$;所述时间透镜成像子系统的放大倍数 $M' = \phi''_2 / \phi''_1 = 2$,光信号每经过一次 2 倍时间透镜成像子系统,其脉宽增大为输入时的两倍,光信号在 2 倍时间透镜成像子系统中循环 N 次,其脉宽就放大为初始脉宽的 2^N 倍。

3. 如权利要求1或2所述的一种基于时间透镜成像的 2^N 次幂倍光脉宽放大系统,其特征在于:所述时间透镜成像子系统中,由信号光与泵浦光在高非线性光纤中发生FWM来实现时间透镜效应。

4. 如权利要求1或2所述的一种基于时间透镜成像的 2^N 次幂倍光脉宽放大系统,其特征在于:所述时间透镜成像子系统中,由信号光与泵浦光在高非线性介质中发生FWM来实现时间透镜效应。

5. 如权利要求1或2所述的一种基于时间透镜成像的 2^N 次幂倍光脉宽放大系统,其特征在于:所述带通滤波器中,设置输出端带通滤波器的中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$,即可输出放大 $M = 2^N$ 的光信号。

一种基于时间透镜成像的2的N次幂倍光脉宽放大系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种基于时间透镜成像的2的N次幂倍光脉宽放大系统,在一个放大倍数为 $M'=2$ 的时间透镜成像系统中,通过循环方式,获得 $M=2^N$ 倍的脉宽放大。

背景技术

[0002] 在高速信息处理过程中,经常需要把超短的光脉冲信号进行拉伸放大,才能被低速的设备所精确测量,时间透镜成像技术是降低光信号速率的一种有效技术手段。

[0003] 时间透镜是指能够对光信号产生二次时间相移的一种光器件,光通信领域中的信号处理,首选利用四波混频(FWM)来实现时间透镜效应。电场幅度分别为 $E_s(t)$ 和 $E_p(t)$ 的信号光与泵浦光发生FWM作用,产生的闲置波电场幅度 $E_{idler} \propto E_p^2 E_s^*(t)$,闲置光 E_{idler} 相对于输入的信号光 E_s 而言引入了二次相移,这是FWM产生时间透镜效应的基本原理。

[0004] 由输入段光纤(二阶色散量为 $\phi_1'' = \beta_{2s}L_s$)、时间透镜(焦距色散为 $\phi_f'' = -\phi_p''/2 = -\beta_{2p}L_p/2$)、输出段光纤(二阶色散量为 $\phi_2'' = \beta_{2i}L_i$)三部分形成一个时间透镜成像系统。前后两段光纤的色散量分别为 $\phi_1'' = \beta_{2s}L_s$, $\phi_2'' = \beta_{2i}L_i$,时间透镜的焦距色散完全由泵浦光所历经的色散来决定, $\phi_f'' = -\phi_p''/2 = -\beta_{2p}L_p/2$, β_{2s} 、 β_{2i} 分别为两段光纤的二阶色散系数, β_{2p} 是泵浦光传输光纤的二阶色散系数; L_s 、 L_i 分别为前后两段光纤的长度, L_p 是泵浦光历经色散展宽的光纤的长度。当两段光纤的二阶色散量 ϕ_1'' 、 ϕ_2'' 与时间透镜的焦距色散 ϕ_f'' 之

间满足成像条件 $\frac{1}{\phi_1''} + \frac{1}{\phi_2''} = \frac{1}{\phi_f''}$ 时,就可以实现对输入光信号的放大或压缩,其中放大倍数

$M = \phi_2'' / \phi_1''$ 。

发明内容

[0005] 在现有时间透镜成像系统中,放大倍数 $M = \phi_2'' / \phi_1''$,当 M 较大时, ϕ_2'' 较大,输出光纤较长,导致整个放大系统庞大和复杂化。为了克服和解决系统庞大冗长的问题,本实用新型采用一种循环方式,利用 $M'=2$ 倍的时间透镜成像系统来实现 $M=2^N$ 的放大倍数,使整个系统小型化和简洁化。尤其是,仅仅通过改变输出端的带通滤波器的中心频率,不需要改变系统其它参数,就可以获得理想的放大倍数,使操作大为简化。

[0006] 为了解决上述技术问题本实用新型采用的技术方案是:

[0007] 一种基于时间透镜成像的2的N次幂倍光脉宽放大系统,所述系统包括 2×2 光耦合器、时间透镜成像放大子和带通滤波器,所述时间透镜成像放大子系统为 $M'=2$ 倍的时间透镜成像子系统,所述带通滤波器为中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 的光滤波器,所述 2×2 光耦合器的一个端口输入信号脉冲,是整个系统的输入端口,一个端口用于输出放大之后的脉冲,与之相连的带通滤波器通过中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 可以将放大倍数为 $M=2^N$ 的光脉冲选择输出,

所述 2×2 光耦合器的另外两个端口通过一个 $M' = 2$ 的2倍时间透镜成像子系统相连成闭环。

[0008] 本实用新型在一个放大倍数为 $M' = 2$ 的时间透镜成像系统中,通过循环方式实现了 $M = 2^N$ 倍的信号脉宽放大。

[0009] 进一步,所述时间透镜成像子系统由输入段光纤、时间透镜和输出段光纤三部分构成,所述输出段光纤的二阶色散量 ϕ_2'' 是输入段光纤的二阶色散量 ϕ_1'' 的两倍,即所述时间透镜成像子系统的放大倍数 $M = \phi_2'' / \phi_1'' = 2$,光信号每经过一次2倍时间透镜成像子系统,其脉宽增大为输入时的两倍,光信号在2倍时间透镜成像子系统中循环 N 次,其脉宽就放大为初始脉宽的 2^N 倍。

[0010] 再进一步,所述时间透镜成像子系统中,由信号光与泵浦光在高非线性光纤中发生FWM来实现时间透镜效应。

[0011] 或者是:由信号光与泵浦光在高非线性介质中发生FWM来实现时间透镜效应。

[0012] 优选的,控制与耦合器输出端相连的带通滤波器的中心频率,使 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$,即可将放大倍数为 $M = 2^N$ 的光脉冲选择输出。

[0013] 本实用新型的技术构思为:首先,输入脉冲宽度为 ΔT ,经过光耦合器之后进入2倍时间透镜成像放大子系统,脉冲宽度放大2倍,经过光耦合器多次循环实现光脉宽的2倍级数增长,耦合器输出端带通滤波器中心通带的设置与放大倍数 M 相关,只有放大倍数符合要求的光脉冲才能被滤波器选择输出。相对于输入信号宽度 ΔT 而言,输出信号的脉宽被放大了 $M = 2^N$ 倍。

[0014] 总之,经过一个光耦合器,2倍时间透镜成像放大子系统,以及一个与放大倍数相关的带通滤波器,为实现光脉宽的 2^N 倍放大提供一种全新的实现方案,大大缩短了高倍时间成像系统的光纤长度,而且在不需更改时间成像系统参数的条件下,仅仅通过设置输出端口的带通滤波器的中心频率就可以实现 $M = 2^N$ 倍的光信号放大。

[0015] 本实用新型的有益效果体现在:光脉冲经过光耦合器、2倍时间透镜成像子系统、 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 的带通滤波器之后,可对脉宽为 ΔT 的输入信号放大 $M = 2^N$ 倍。该系统的优势尤其体现在缩小了高倍放大系统的光纤使用量,使系统小型化,同时,在不改变时间透镜成像系统参数的条件下,仅仅控制输出带通滤波器的中心频率,即可改变放大倍数。

附图说明

[0016] 图1是本实用新型的系统构图,其中包括,光耦合器,2倍时间透镜成像放大子系统,带通光波器。

[0017] 图2是2倍时间透镜成像子系统的结构图。

[0018] 图3是间隔为7ps的一对光脉冲经过系统放大之后变成间隔为112ps($7 * 2^4$)的输出光脉冲对,经过放大系统之后,光脉冲对间隔放大了 $M = 2^4$ 倍,其中,(a)是放大前的输入光脉冲对,(b)是放大后的输出光脉冲对。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图通过具体实施方式对本实用新型作进一步说明,但本实用新型的保

护范围并不限于此。

[0020] 参照图1~图3,一种基于时间透镜成像的 2^N 次幂倍光脉宽放大系统,所述系统包括 2×2 光耦合器、时间透镜成像放大子系统和带通滤波器,所述时间透镜成像放大子系统为 $M' = 2$ 倍的时间透镜成像子系统,所述带通滤波器为中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 的光滤波器,所述 2×2 光耦合器的一个端口输入信号脉冲,是整个系统的输入端口,一个端口用于输出放大之后的脉冲,与之相连的带通滤波器通过中心通带 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$ 将放大倍数为 $M = 2^N$ 的光脉冲选择输出,耦合器的另外两个端口通过一个 $M' = 2$ 倍的时间透镜成像子系统相连成闭环。

[0021] 所述时间透镜成像子系统中,由信号光与泵浦光在高非线性光纤中发生FWM来实现时间透镜效应。或者是:由信号光与泵浦光在高非线性介质中发生FWM来实现时间透镜效应。优选的,控制光耦合器输出端口的带通滤波器的中心频率,使 $f_0 = \frac{1}{2^N \Delta T}$,即可获得 $M = 2^N$ 的放大的光信号输出。

[0022] 参照图2,为满足 $\frac{1}{\phi_1''} + \frac{1}{\phi_2''} = \frac{1}{\phi_f''}$ 的成像条件, 2 倍时间透镜成像子系统的参数选择为: $\beta_{2s} = 20 \text{ps}^2/\text{km}$, $L_s = 1 \text{km}$, $\beta_{2i} = -20 \text{ps}^2/\text{km}$, $L_i = 2 \text{km}$, $\beta_{2p} = 20 \text{ps}^2/\text{km}$, $L_p = 1 \text{km}$ 。此时, $\phi_2'' = 2 \phi_1''$, $M = 2$ 。

[0023] 图3展示了间隔为 7ps 的一对光脉冲经过系统放大之后变成间隔为 112ps ($7 * 2^4$)的输出光脉冲对。

[0024] 如图1~图3,间隔为 ΔT 的光脉冲对经过系统变换之后,可输出间隔为 $2^N \Delta T$ 的放大光脉冲对,其中输出端口的带通滤波器直接控制了放大倍数 $M = 2^N$,可根据需要,仅仅更换输出端口的滤波器,而不需要更改时间透镜成像系统的其它参数,即可实现理想的放大倍数。

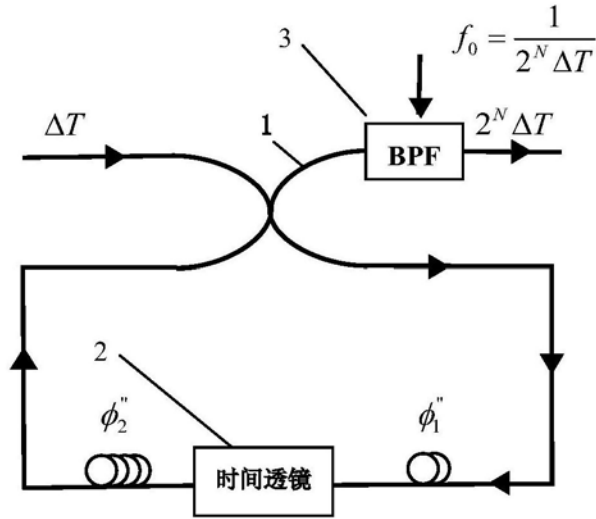


图1



图2

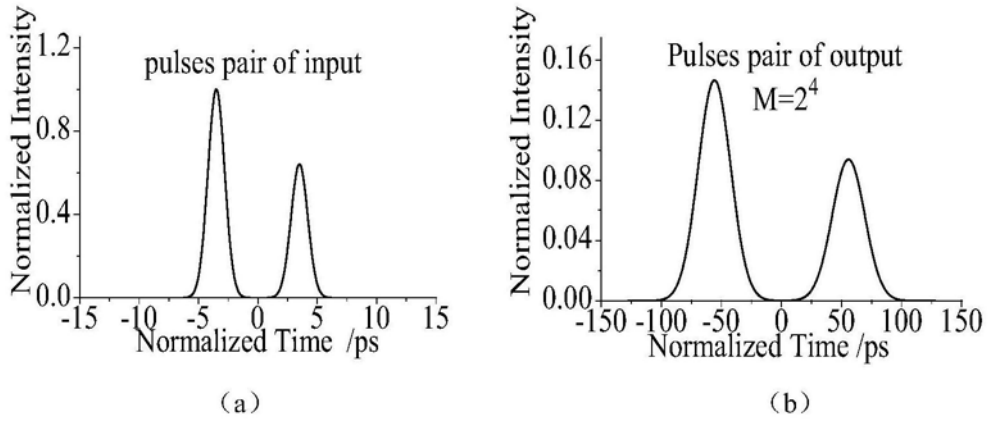


图3