

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510039250.7

G02B 27/09 (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01)
G02B 6/26 (2006.01)
G02F 1/35 (2006.01)
G02F 1/39 (2006.01)
H04B 10/18 (2006.01)

[43] 公开日 2006年1月4日

[11] 公开号 CN 1715993A

[22] 申请日 2005.5.11

[21] 申请号 200510039250.7

[71] 申请人 南京邮电学院

地址 210003 江苏省南京市新模范马路 66 号

[72] 发明人 杨祥林 陈鹤鸣 诸 波

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司
代理人 叶连生

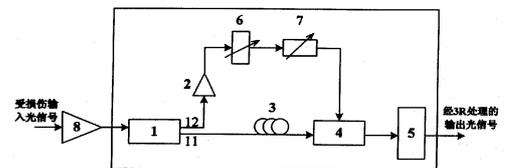
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

晶体光纤孤子型全光再生器及其光信号再生方法

[57] 摘要

晶体光纤孤子型全光再生器及其光信号再生方法是一种用于光信号传输过程中，对光信号进行重整重用的重发装置及其光信号再生方法，该再生器中光分路耦合器(1)有主、副两个输出端口，光分路耦合器(1)的主输出端口(11)接光子晶体光纤(3)、光子晶体光纤(3)的输出端接光幅度调制器(4)，光幅度调制器(4)的输出端接光带通滤波器(5)，光带通滤波器(5)的输出端口(OUT)为本再生器的输出端口；光分路耦合器(1)的副输出端口(12)接光检测器(2)的输入端，光检测器(2)的输出端接射频滤波器(6)，射频滤波器(6)的输出端接移相器(7)的输入端，移相器(7)的输出端接光幅度调制器(4)，构成晶体光纤孤子型全光再生器。



1、一种晶体光纤孤子型全光再生器，其特征在于该再生器由光分路耦合器（1）、光检测器（2）、光子晶体光纤（3）、光幅度调制器（4）、光带通滤波器（5）、射频滤波器（6）、移相器（7）所组成；光分路耦合器（1）有主、副两个输出端口，光分路耦合器（1）的主输出端口（11）接光子晶体光纤（3）、光子晶体光纤（3）的输出端接光幅度调制器（4），光幅度调制器（4）的输出端接光带通滤波器（5），光带通滤波器（5）的输出端口（OUT）为本再生器的输出端口；光分路耦合器（1）的副输出端口（12）接光检测器（2）的输入端，光检测器（2）的输出端接射频滤波器（6），射频滤波器（6）的输出端接移相器（7）的输入端，移相器（7）的输出端接光幅度调制器（4），构成晶体光纤孤子型全光再生器。

2、一种用于权利要求1所述的晶体光纤孤子型全光再生器的光信号再生方法，其特征在于将受损伤而展宽变形的光脉冲信号序列输入晶体光纤孤子型全光再生器的输入端，先经1×2高分光比光分路耦合器（1）分光，大部分光信号能量从主输出端口（11）出口，并直接通过既具有色散效应，又具有很强的非线性效应的光子晶体光纤（3），两者对光脉冲共同作用形成光孤子效应，使光脉冲按光孤子演化规律传输，在传输过程中压缩和调整波形，实现畸变波形的整形，完成整形恢复原标准波形；小部分受损伤光脉冲能量从副输出端口（12）出口，经光检测器（2）完成光电转化，将提取的光时钟脉冲转换为电时钟脉冲，再经射频滤波器（6）滤波和移相器（7）移相处理，恢复标准电时钟脉冲序列后，驱动光幅度调制器（4）对已完成整形后通过光幅度调制器（4）的光脉冲进行判决，实现再定时，再经光带通滤波器（5）的频域均衡控制处理，最后得到经整形与再定时处理的新的光脉冲，然后继续向系统下游重发。

晶体光纤孤子型全光再生器及其光信号再生方法

技术领域

本发明是一种用于光信号传输过程中，对光信号进行重整重用的放大装置，属于光信号放大器制造的技术领域。

背景技术

在普通低速电通信系统中，当代表信息的电脉冲信号传输一段距离后，由于受沿线能量损耗、色散和噪声等的影响，其强度变弱了，波形畸变了，并导致信噪比(S/N)降低和定时抖动、误码增大，影响了通信系统的性能和通信质量。通常，在系统中一定距离(位置)处，采用再生中继转发的方法对变弱的信号再放大，对变形的信号波形重新整形，恢复原标准波形，并通过判决、重新定时后再发，完成这种功能的装置或设备称谓3R再生器。

在光纤通信系统中，速率高、容量大、距离长，光纤传输媒质的损耗、色散、非线性、光放大器的噪声、信道间的相互作用串扰与交换结构的不完善都将造成信号严重损伤，限制了系统和网络性能与通信距离。传统的方法是采用光电光3R再生中继转发方案，即将经光纤传输后衰变的微弱光脉冲信号，通过光电转化成电脉冲信号，并给予足够的放大、均衡与定时，还原成原标准的数字脉冲信号后再驱动激光器，输出新的再生光脉冲，继续向终端传输。这种光电光混合再生中继器，其3R功能完全在电域中完成，电路结构复杂、速率低、成本高，不适于高速大容量通信系统中应用。

为避免上述局限，90年代末，国外一些研究单位先后提出和设计了几种不同方案的光再生中继器，将再生器的整形、再定时和再生重发三种处理全置于光域实现(不必将光脉冲信号转换为电信号处理，免除了许多复杂的高速电路)，分别称谓光整形、光再定时和光重发(Reshaping, Retiming and Retransmitting)，即全光3R再生器。如采用半导体光放大器(SOA)的马赫-曾德(M-Z)干涉型全光3R再生器^[1]，采用锁模激光器的光时钟恢复的全光3R再生器^[2]和采用电吸收调制器(EAM)的波长变换器(WC)型全光3R再生器等^[3,4]。与光电光混合型再生器相比，主

要特点是 3R 功能均在光域实现, 结构简单, 所用元器件部件少, 速率高, 成本低, 是 3R 再生器理论设计和技术性能上的巨大进步。但亦存在一些不足之处, 如构建这种再生器需要配置两只特定性能的波长变换器、复杂的时钟恢复回路和半导体光放大器、波长可调超短脉冲半导体激光器、光时钟脉冲发生器等有源光器件, 这些配件价格均较高, 稳定性可靠性却较低。

发明内容

技术问题: 本发明的目的是提供一种结构简单, 稳定性可靠性高, 寿命长, 成本低的晶体光纤孤子型全光再生器及其光信号再生方法。

技术方案: 本发明的晶体光纤孤子型全光再生器及其光信号再生方法, 其目的也是用于整肃光脉冲信号在系统中传输时受色散、非线性和噪声等伤害所产生的形变, 恢复原发标准脉冲序列信号。但是方案的学术思想和机理完全不同于前述两种方案。首先, 本方案采用“以毒制毒”的学术思想, 即用线性反色散和非线性相互作用产生的“孤子效应”, 对由色散和非线性效应各自产生的光脉冲信号波形畸变整形(Reshaping), 恢复原形, 非线性效应由高非线性系数光子晶体光纤提供。其次, 采用同步幅度光调制器(AM-MOD)时域控制抑制由系统中光纤放大器(EDFA)产生的 ASE 累计噪声及信道间相互作用产生的干扰导致的定时漂移和抖动, 使光时钟脉冲再定时(Retiming)。第三, 采用光带通滤波器对经整形和再定时的光脉冲信号作频域均衡控制后向下游重发(Retransmitting), 最终完成 3R(Reshaping、Retiming、Retransmitting)功能。这种重发是对原信号的重整重用, 而不是本地提供的光脉冲的重发。

该再生器由光分路耦合器、光检测器、光子晶体光纤、光幅度调制器、光带通滤波器、射频滤波器、移相器所组成; 光分路耦合器有主、副两个输出端口, 光分路耦合器的主输出端口接光子晶体光纤、光子晶体光纤的输出端接光幅度调制器, 光幅度调制器的输出端接光带通滤波器, 光带通滤波器的输出端口为本再生器的输出端口; 光分路耦合器的副输出端口接光检测器的输入端, 光检测器的输出端接射频滤波器, 射频滤波器的输出端接移相器的输入端, 移相器的输出端接光幅度调制器, 构成晶体光纤孤子型全光再生器。

晶体光纤孤子型全光再生器的光信号再生方法是将受损伤而展宽变形的

脉冲信号序列输入晶体光纤孤子型全光再生器的输入端,先经 1×2 高分光比光分路耦合器分光,大部分光信号能量从主输出端口出口,并直接通过既具有色散效应,又具有很强的非线性效应的光子晶体光纤,两者对光脉冲共同作用形成光孤子效应,使光脉冲按光孤子演化规律传输,在传输过程中压缩和调整波形,实现畸变波形的整形,完成整形恢复原标准波形;小部分受损伤光脉冲能量从副输出端口出口,经光检测器完成光电转化,将提取的光时钟脉冲转换为电时钟脉冲,再经射频滤波器滤波和移相器移相处理,恢复标准电时钟脉冲序列后,驱动光幅度调制器对已完成整形后通过光幅度调制器的光脉冲进行判决,实现再定时,再经光带通滤波器的频域均衡控制处理,最后得到经整形与再定时处理的新的光脉冲,然后继续向系统下游重发。

因为三种功能的实现仅采用几个光无源器件,全在光域完成,而不需要转换为电信号在电域完成,不存在电域处理的速率瓶颈,亦不需要本地光脉冲源重发标准脉冲,而只需对原发信号整肃后重发,所以是一类全新的低成本全光 3R 再生器。

有益效果:与光电光混合再生中继器和基于半导体光放大器的 M-Z 干涉仪型全光 3R 再生器、基于锁模激光器作时钟恢复的全光 3R 再生器及基于 EAM-WC (电吸收调制器—波长变换器)的全光 3R 再生器相比,本发明的晶体光纤孤子型全光再生器及其光信号再生方法的特色和创新点主要有:

1, 在原理与理论上,与上述各种再生器完全不同,本发明是基于光孤子效应,采用“以毒制毒”的学术思想,通过非线性与色散的相互作用,将两种负面有害影响转化为正面的有利影响,实现畸变波形的整形。

2, 在设计理论上,本发明利用了光脉冲信号的非线性传输演化规律与光纤的非线性长度和系数的缩比关系,采用“以强度换长度”的策略,即采用高非线性的光子晶体光纤代替普通单模光纤,缩短非线性长度,使本应在较长跨距光纤(如几十公里至上百公里)上才能完成的分布式的整形(Reshaping)过程,可以在较短跨距(如几百米至一二公里)上就可以完成,变成一种准集中式的整形过程,从而构成一种盒式或箱式的设备。这是非线性光波导理论和高非线性光子晶体光纤应用的一种突破。

3, 在再定时的实现机制和结构的设计上,不需像前述几种 3R 再生器那样要

提供本地光脉冲信号作为再生脉冲源和时钟脉冲，而是将输入脉冲作为再生脉冲而重用，而且也从输入脉冲中提取时钟脉冲控制幅度光调制器，实现定时判决和再定时，结构十分简单可靠，是一种全新的定时判准和再定时机制。

4, 在结构和配件设计上, 本发明不需要采用半导体光放大器和激光器等有源器件及波长变换器, 仅需采用少量几个光无源器件(光耦合器、光调制器和光带通滤波器), 即可实现全光 3R 功能, 构成一种无源全光 3R 再生器, 结构简单, 稳定性可靠性高, 寿命长, 成本低。设计思想先进而新颖。

附图说明

图 1 是晶体光纤光子型全光再生器结构组成示意图。其中有: 光分路耦合器 1、光检测器 2、光子晶体光纤 3、光幅度调制器 4、光带通滤波器 5、射频滤波器 6、移相器 7、光纤放大器 8。

具体实施方式

该再生器由光分路耦合器 1、光检测器 2、光子晶体光纤 3、光幅度调制器 4、光带通滤波器 5、射频滤波器 6、移相器 7 所组成; 光分路耦合器 1 有主、副两个输出端口, 光分路耦合器 1 的主输出端口 11 接光子晶体光纤 3、光子晶体光纤 3 的输出端接光幅度调制器 4, 光幅度调制器 4 的输出端接光带通滤波器 5, 光带通滤波器 5 的输出端口 OUT 为本再生器的输出端口; 光分路耦合器 1 的副输出端口 12 接光检测器 2 的输入端, 光检测器 2 的输出端接射频滤波器 6, 射频滤波器 6 的输出端接移相器 7 的输入端, 移相器 7 的输出端接光幅度调制器 4, 构成晶体光纤光子型全光再生器。

设计和组装完毕后, 将此 3R 再生器接至通信系统中 EDFA 后, 当系统中具有足够强度的受损伤而展宽变形的光脉冲信号序列输入时, 首先经 1×2 高分光比耦合器, 使大部分光信号能量从主输出端口 11 出口, 直接通过光子晶体光纤。光子晶体光纤既具有色散效应, 又具有很强的非线性效应, 色散使光脉冲稍有展宽, 非线性使光脉冲强烈压缩, 两者对光脉冲共同作用形成光孤子效应, 使光脉冲按光孤子演化规律传输, 在传输过程中压缩和调整波形, 实现畸变波形的整形, 当光脉冲强度、光纤的色散和非线性系数以及长度选择和设计合理时, 即可完成整

形恢复原标准波形：小部分受损伤光脉冲能量从副输出端口 12 出口后，经光探测器完成光电转化，将提取的光时钟脉冲转换为电时钟脉冲，再经滤波和移相处理，恢复标准电时钟脉冲序列后，驱动光幅度调制器 4 对已完成整形后通过光幅度调制器的光脉冲进行判决，实现再定时，再经光带通滤波器 5 的频域均衡控制处理，最后得到经整形与再定时处理的新的光脉冲，然后继续向系统下游重发。

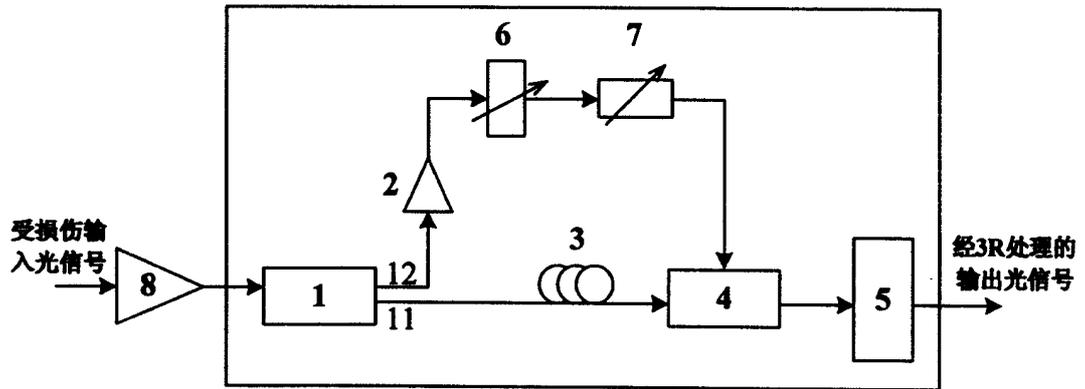


图 1