

一种基于半导体光放大器的全光2R再生器

沈鑫, 邱昆, 张崇富

(电子科技大学 宽带光纤传输与通信网技术教育部重点实验室 成都 610054)

【摘要】针对一种基于半导体光放大器(SOA)的全光2R再生器进行了研究。该再生器是利用半导体光放大器中的自相位调制效应所引起的频谱红移现象,通过在半导体光放大器后面放置光带通滤波器可以达到2R再生目的。在10 Gb/s、20 Gb/s以及40 Gb/s的时分复用信道上对该再生器的性能进行了验证,结果表明,该再生器结构适用于较高速率的光纤通信系统中。

关键词 半导体光放大器; 自相位调制; 频率啁啾; 全光再生器

中图分类号 TN929.11 文献标识码 A

An All-Optical 2R Regenerator Based on a SOA

ShenXin, QiuKun, Zhang Chongfu

(Key Laboratory of Broadband Optical Fiber Transmission and Communication Networks UEST of China, Ministry of Education Chengdu 610054)

Abstract we have researched on an all-optical 2R regenerator based a semiconductor optical amplifier(SOA). This regenerator is using the self-phase modulation-induced spectral red shift caused by SOA. Through a subsequent optical band-pass filter, we can regenerate the signal .We research on the regenerator in a 10 Gbit/s, 20 Gbit/s and 40 Gbit/s channels of time division multiplex system respectively. We have confirmed that this scheme can be used in time division multiplex system suitably.

Key words semiconductor optical amplifier; self-phase modulation; frequency chirp; all-optical regenerator

在光纤通信系统中,当信道的速率达到10 Gb/s时,有一些因素会明显的影响光信号的质量。光放大器的自发辐射噪声、群速度色散、偏振模色散和非线性效应等会影响信号的形状和消光比,有必要采取措施以恢复原来信号的形状和消除各种损伤,才能使信号在光网络中继续传输和进行交换。传统的光电再生方法把光信号转变为电信号后,在电域对信号进行再生后再转变为光信号,该方法成本高并受到电子处理速度的限制。全光再生技术是最理想的再生方式,它突破了传输速率的“电子瓶颈”,符合光纤网络的要求。当具有足够高强度的光脉冲经过饱和的半导体光放大器(Semiconductor Optical Amplifier, SOA)时,光脉冲频谱会产生啁啾现象,频谱向短波方向移动^[1]。利用SOA的这种现象,通过在SOA后面放置光带通滤波器对啁啾信号进行滤波,可以提高光脉冲的消光比^[2]。本文针对文献[2]中提出的结构进行了研究。

1 基本原理

根据文献[1],当输入的高斯脉冲通过饱和状态的半导体放大器时,脉冲的频谱会向短波长方向移动。

收稿日期:2004-05-09

基金项目:教育部优秀青年教师教学科研计划基金资助项目

作者简介:沈鑫(1980-),男,硕士生,主要从事宽带光纤传输方面的研究。

脉冲强度与频率啁啾对比如图1所示：图1a是输入放大器的无初始啁啾的高斯脉冲波形图，图1b是放大器所引起的频率啁啾。从图中可以看到，频率啁啾程度是正比于输入脉冲强度的，并且只发生在短波长方向。

当放大器处在临界饱和状态时，在放大器出口处放置一个光带通滤波器，使它的中心频率对应于信号脉冲频谱红移后的中心频率。当强度较大的信号脉冲输入时，放大器处于饱和状态，红移后的频谱可以通过滤波器。当强度较小的信号或噪声输入时，由于频谱红移程度很小或者没有红移，它们的频谱就会被滤波器滤掉。因此，这种结构可以滤除噪声，提高信号的消光比。

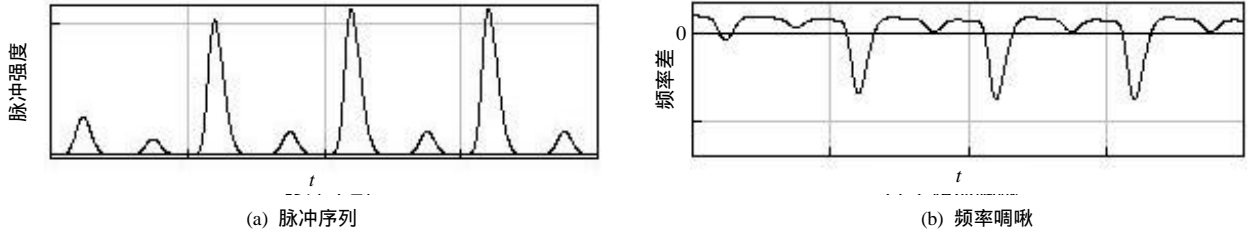


图1 脉冲强度与频率啁啾对比图

2 仿真实验系统

根据上述理论原理，搭建了一个高速的光传输系统模型，对这种结构的性能进行了仿真研究。仿真系统如图2所示，从图中看出，信号源发出的是可变速率的高斯光脉冲序列。信号光接着被耦合进信号劣化模块，目的是模拟光脉冲在传输过程中被劣化的情况。信号劣化模块包括两个掺饵光纤放大器(Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA)、一个光衰减器、一段20 km长的色散位移光纤，以及一个噪声添加模块。信号劣化模块后面放置一个中心频率为1 553.6 nm的光带通滤波器，用来滤除不需要的带外噪声和放大自发辐射噪声。在再生模块中，SOA置于临界饱和状态，后面的光带通滤波器中心频率相对于信号光的波长向低频方向移动。频率偏移量以及光带通滤波器的带宽根据不同的比特率分别取最优化的值。光脉冲被再生模块再生后，输入到接收机中进行分析。表1是再生模块中半导体光放大器(SOA)的主要参数。

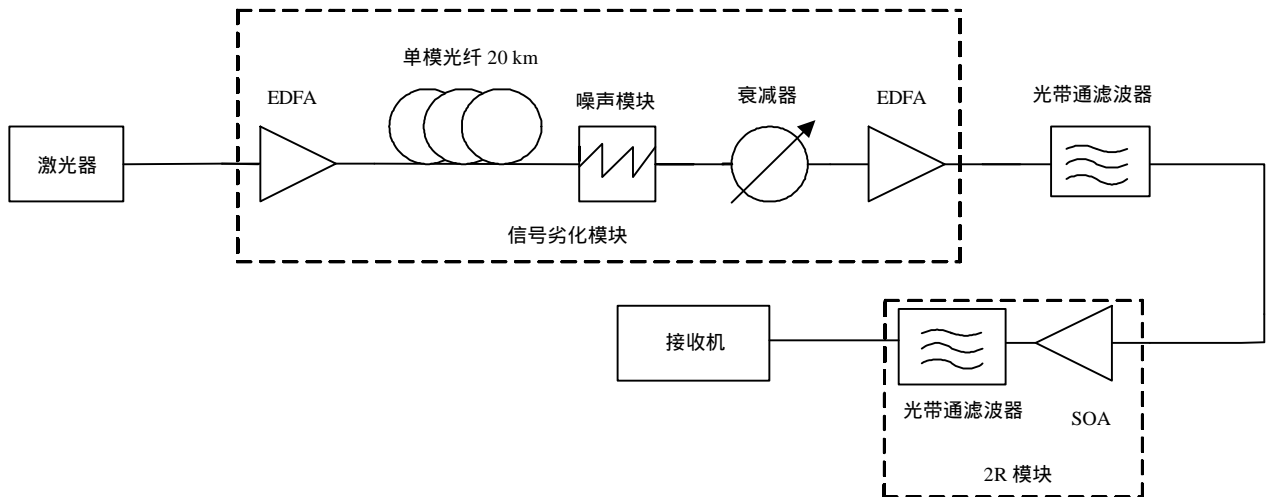


图2 仿真系统

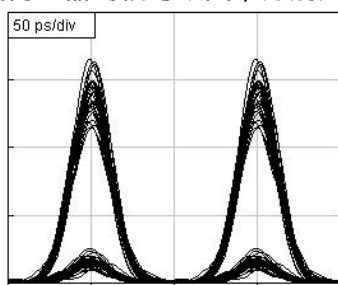
3 仿真结果与分析

首先得到了这种再生器在静态下的传输函数，如图3所示。从图中可以看到，这种再生器的传输函数接近于理想的阶跃函数。当输入强度较小(0脉冲)和输入强度较大(1脉冲)时，具有较宽而且平坦的动态范围，因此可以很好的抑止噪声和峰值浮动。同时，中间区域较窄，输出功率上升很快，消光比可以得到了较大的提高。传输函数的这些特点表明，这种结构可以对光信号进行全光2R再生。

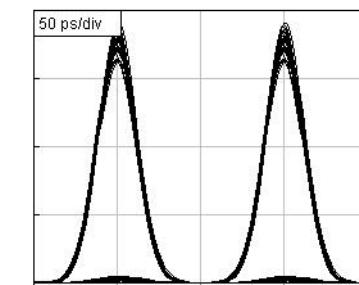
表1 半导体光放大器(SOA)参数

参数	数值
有源区长度/m	500.0e-6
有源区宽度/m	3.0e-6
有源区厚度/m	80.0e-9
与载流子无关吸收损耗 /m ⁻¹	40.0e2
模场限制因子	0.15
微分增益/m ²	2.78e-20
透明载流子密度/m ⁻³	1.4e24

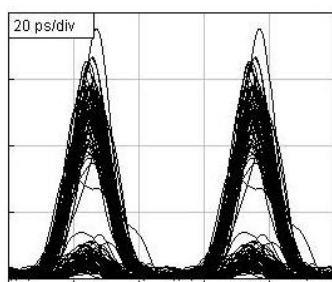
为了验证传输函数表现出来的特性,通过改变信号源的速率,得到了10 Gb/s、20 Gb/s以及40 Gb/s的比特率条件下输入和输出再生器的信号眼图,分别如图4所示。



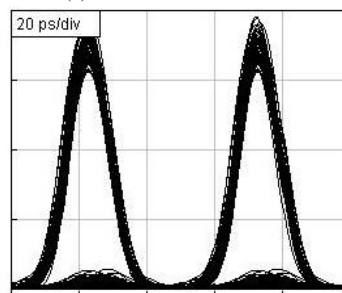
(a) 10 Gb/s的输入脉冲眼图



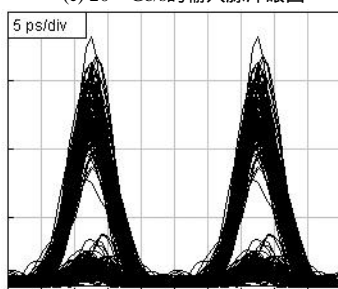
(b) 10 Gb/s的输出脉冲眼图



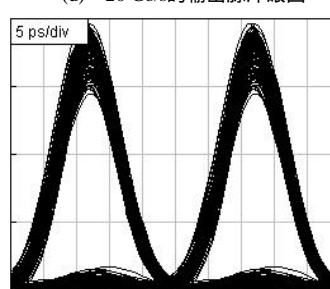
(c) 20 Gb/s的输入脉冲眼图



(d) 20 Gb/s的输出脉冲眼图



(e) 40 Gb/s的输入脉冲眼图



(f) 40 Gb/s的输出脉冲眼图

图4 输入和输出再生器的信号波形

在三种比特率条件下,再生效果都非常明显。一些小的信号噪声被抑止了,同时,脉冲峰值的浮动程度也降低了。虽然输入脉冲峰值有一些不同,但是因为放大器处在饱和状态,这些强度的不同,不会造成频谱移动的程度发生很大变化。通过优化设置后置带通滤波器的中心频率和带宽,可以使输出脉冲的频谱

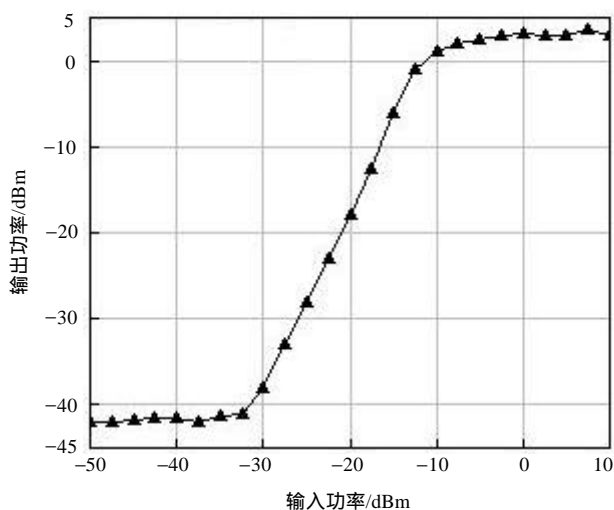


图3 传输函数

保持恒定,从而使输出脉冲的峰值保持稳定。在40 Gb/s条件下,再生后的脉冲略有展宽,这是由于光带通滤波器限制了40 Gb/s光脉冲的宽频带分量,但是展宽程度很小,基本不会对系统产生影响。总之,输出脉冲的质量比输入脉冲有了很大的提高,再生效果与再生器的传输函数特性相符合。

4 结束语

本文对一种新型再生器的再生性能进行了研究。通过搭建仿真实验系统,得到了这种再生器的传输函数。通过输入输出眼图的比较,可以看到,这种再生器结构对强度较低的噪声有抑止作用,并且可以降低脉冲峰值功率的浮动,提高了信号的消光比,因此,这种再生器可以用来对光信号进行2R再生,并且适用于高速的光纤传输信道。

参 考 文 献

- [1] Govind P. Agrawal: self-phase modulation and spectral broadening of optical pulses in semiconductor laser amplifiers[J]. Quanyum Electronics, 1989, 25: 2 297-2 306
- [2] Nielsen M L. Pulse extinction ratio improvement using spm in an SOA for OTDM system applications[J]. Photonics Technology Letters, 2002, 14: 245-247
- [3] 金 韬, 黄德修, 丘军林. 脉冲形状对半导体激光放大器用于啁啾补偿的影响[J]. 激光技术, 1995, 19(2): 110-114

编 辑 刘文珍

(上接第725页)

6 结束语

本文介绍了路由查找的背景和几种经典的算法,然后提出了6级路由查找算法,描述了其硬件实现方法。从仿真结果中看出了它在查找速度、更新路由速度以及消耗的存储空间等方面的性能上都有了很大的提高,是一种非常实用的路由查找算法。

本文研究工作得到中兴通信科研基金资助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Jonathan C H, Lam C H, Oki E. Broadband Packet Switching Technologies[M]. New York: John Wiley&Sons, 2001
- [2] Gupta P, Lin S, McKeown N. Routing Lookups in Hardware at Memory Access Speeds[C]. In: Proceedings IEEE INFOCOM '98 vol.3. San Francisco: IEEE Communications Society, 1998: 1 240-1 247
- [3] 李 鸥, 邬江兴, 汪斌强, 等. 一种分段式高速IP路由查找方法[J]. 通信学报, 2001, 22(5): 93-96
- [4] 徐 恪, 徐明伟, 吴建平, 等. 路由查找算法研究综述[J]. 软件学报, 2003, 13(1): 42-50

编 辑 刘文珍