

基于电吸收调制器波长变换技术的实验研究*

王安斌¹ 伍 剑¹ 林金桐¹ 赵玲娟² 王 坊²

(1 北京邮电大学光通信中心, 北京 100876)

(2 中国科学院半导体研究所, 北京 100083)

摘要: 实现了基于国产电吸收调制器中交叉吸收调制效应的波长变换, 波长变换范围超过 30nm, 同时对实现波长变换的工作条件进行了实验研究.

关键词: 电吸收调制器; 交叉吸收调制; 波长变换

PACC: 4280K; 4230Q; 4265K

中图分类号: TN761

文献标识码: A

文章编号: 0253-4177(2003)09-0983-03

1 引言

波长变换是未来光网络中一项关键技术^[1]. 目前, 利用半导体光放大器中的脉冲信号光强度变化对增益或相位的调制, 进而半导体光放大器输出的探测光强度也会随之变化, 从而实现波长变换. 近几年, 一种新型的基于电吸收调制器(EAM)中交叉吸收调制效应的波长变换技术已被广泛研究^[2~4], 其变换后信号的极性与原始信号一样. 由于 EAM 可以是偏振不灵敏的, 因此, 基于 EAM 的波长变换也是偏振不灵敏的. 光脉冲在长距离传输时, 由于非线性和色散效应将会产生形变, 同时累积的自发辐射噪声也将增加. 如果对其进行基于 EAM 的波长变换, 则累积的位相形变将被消除, 同时由于 EAM 的吸收作用, 自发辐射噪声也将被吸收而减小. 因此变换后的光脉冲会更利于传输. 由于基于 EAM 的波长变换只需对 EAM 进行偏置电压控制, 操作简单, 所以自这种波长变换技术实现以来, 受到了人们的广泛关注. 近期已实现了基于单个 EAM 的 3R 再生^[5], 为其将来在光纤通信系统和网络中的应用提供了更为广阔前景. 本文首次利用国产 EAM 实现了波长变换并对其变换的条件进行了实验分析.

2 实验原理

实验原理如图 1 所示. 信号光(λ_1)和连续光(λ_2)共同入射到某一偏置电压下的 EAM. 当信号光功率较低时, EAM 的吸收还未饱和, 连续光和信号光均被 EAM 很好地吸收, 则出射信号光和连续光功率均较低; 当信号光功率较高时, 使 EAM 的吸收达到饱和, EAM 对波长为 λ_2 的光吸收较小, 则出射的光(λ_2)功率较强. 这样, 连续光(λ_2)将会受信号光(λ_1)强度的调制, 经光滤波器滤去原始的脉冲光后, 即实现了波长变换. 通过优化 EAM 的偏置电压、信号光和连续光的光功率, 则可以实现高质量的波长变换.

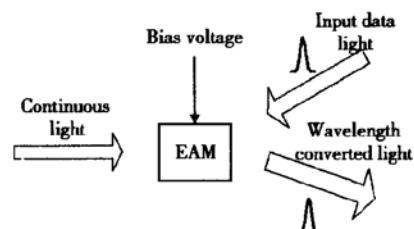


图 1 基于 EAM 波长变换原理示意图

Fig. 1 Principle scheme of wavelength conversion based on EAM

* 国家自然科学基金资助项目(批准号: 60072035)

王安斌 男, 1972 年出生, 主要研究 EAM 在高速光纤通信系统中的应用.

2002-10-05 收到, 2003-01-22 定稿

©2003 中国电子学会

3 实验结果及分析

首先,在入射光功率相等的情况下,对 EAM 在不同波长下的吸收曲线进行了测量,测量结果如图 2 所示。由图可知,在相同的反向偏置电压下,EAM 对不同波长的吸收是不同的,因此可以利用此特性实现波长变换。

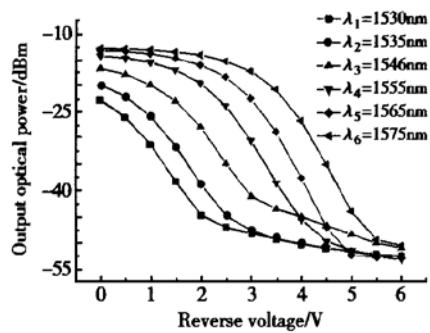


图 2 EAM 在不同波长下的吸收曲线

Fig. 2 Absorption curves under the different wave length

波长变换实验装置如图 3 所示。增益开关 DFB 激光器和可调谐激光器的出射光经光放大器和衰减器后共同入射到 EAM, 出射的光脉冲经光滤波器、光放大器后进入示波器观察其变换后的波形。

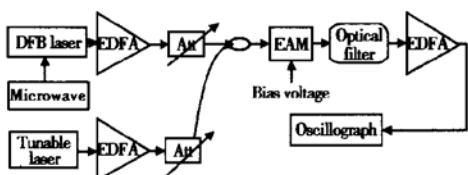


图 3 波长变换实验装置图

Fig. 3 Wavelength conversion experimental setup

图 4 所示为原始信号光脉冲及偏置电压分别为 -2 、 -2.2 、 -2.5 V 时变换后的光脉冲。波长变换的条件是: 原始信号光的波长为 1546 nm, 光功率为 18 dBm; 连续光波长是 1548 nm, 光功率为 15 dBm。由图 4 可知, 随着偏置电压的增加, 脉冲宽度逐渐减小。当偏置电压为 -2.2 V 时变换的效果最好(消光比较高, 脉冲宽度较小)。但由于用于本实验的 EAM 的载流子恢复时间较长, 因此, 变换后的光脉冲的宽度较宽。如果原始信号光的脉冲宽度更窄, 变换后光脉冲的宽度并无明显的变化, 说明在原始信号光脉冲宽度满足一定的条件后, 变换后的脉冲宽度将取

决于 EAM 的载流子恢复时间。如果原始信号光脉冲的宽度继续增加, 则变换后的脉冲宽度也将增加。这说明变换后的脉冲宽度主要取决于原始信号光脉冲宽度。

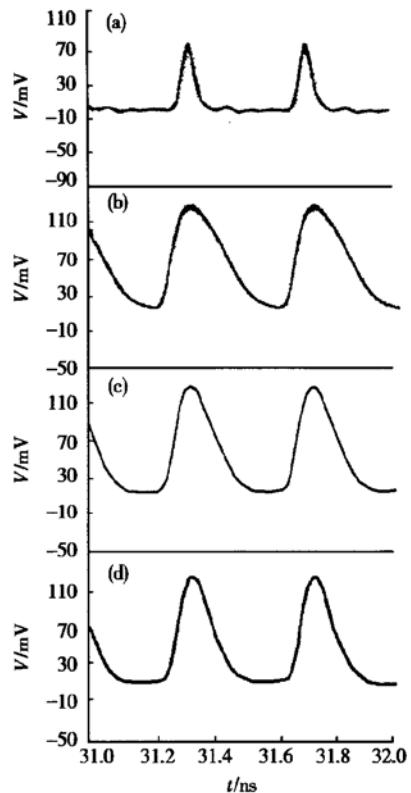


图 4 原始光脉冲(a)和变换后的光脉冲 偏置电压条件分别为 -2 V(b), -2.2 V(c), -2.5 V(d).

Fig. 4 Original pulse (a) and conversion pulse Condition of bias is -2 V(b), -2.2 V(c), -2.5 V(d).

同时, 变换后光脉冲的消光比(由示波器显示的脉冲峰值与直流成分的比值)更多地取决于原始光脉冲和连续光的光功率, 尤其是原始光脉冲的光功率。在连续光满足实现波长变换的基本功率条件下(如 12 dBm), 变换后的光脉冲的消光比将随原始信号光脉冲功率的增加而增加, 当达到一定的功率值后(如 18 dBm), 再继续增加原始信号光脉冲的功率, 变换后的光脉冲的消光比无明显的变化。实验中, 从变换后光信号的光谱图可以观察到, 变换后信号的消光比(光谱仪上显示)是很大的, 可以达到几十 dB。实验中, 通过调节可调谐激光器和光滤波器, 可以实现将原始信号波长为 1546 nm 的光变换到 1535 nm 至 1570 nm 之间的任意波长的信号光(1546 nm 除外), 变换范围大于 30 nm。

4 结论

本文首次利用国产电吸收调制器实现了基于交叉吸收调制效应的波长变换，变换范围大于30nm。在一定范围内，偏置电压越大，则变换后的脉冲越窄。当连续光功率在一定范围内，原始信号光功率越大，则变换后脉冲的消光比越大。如能通过优化器件的设计和减小耦合的功率损失，应可以进行更高速率的波长变换，且变换的信号质量会更好。

参考文献

[1] Yoo S J. Wavelength conversion technologies for WDM network

- application. *J Lightwave Technol*, 1996, 16(6): 955
- [2] Edagawa N, Suzuki M, Yamamoto S. Novel wavelength converter using an electroabsorption modulator. *IEICE Trans Electron*, 1998, E81-C(8): 1251
- [3] Hojfeldt S, Bischoff S, Mork J. All-optical wavelength conversion and signal regeneration using an electroabsorption modulator. *J Lightwave Technol*, 2000, 18(8): 1121
- [4] Cho P S, Mahgerefteh D, Goldhar J. All-optical 2R regeneration and wavelength conversion at 20Gb/s using an electroabsorption modulator. *IEEE Photonics Technol Lett*, 1999, 11(12): 1662
- [5] Awad E S, Cho P S, et al. Optical 3R regeneration using a single EAM for all-optical time extraction with simultaneous reshaping and wavelength conversion. *IEEE Photonics Technol Lett*, 2002, 14(9): 1378

Experimental Study of Wavelength Conversion Using Electroabsorption Modulator^{*}

Wang Anbin¹, Wu Jian¹, Lin Jintong¹, Zhao Lingjuan² and Wang Wei²

(1 Optical Communication Center, Beijing University of Post and Telecommunication, Beijing 100876, China)

(2 Institute of Semiconductors, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Wavelength conversion based on the cross-absorption modulation of electroabsorption is tested and described. The wavelength conversion range is more than 30nm. And the conversion condition is also studied carefully by the experiments.

Key words: electroabsorption modulator; cross-absorption modulation; wavelength conversion

PACC: 4280K; 4230Q; 4265

Article ID: 0253-4177(2003)09-0983-03

* Project supported by National Natural Science Foundation of China (No. 60072035)

Wang Anbin male, was born in 1972. He is engaged in the research on the application of EAM in high-speed fiber communication.

Received 5 October 2002, revised manuscript received 22 January 2003

©2003 The Chinese Institute of Electronics