

1.5 μm 高重复率超短光脉冲的产生

许宝西 高以智 李艳和 周炳琨

清华大学电子工程系, 北京 100084

(1992 年 6 月 19 日收到; 1992 年 9 月 1 日收到修改稿)

利用增益开关技术产生了 1.5 μm 波长的高重复率超短光脉冲, 其重复率从 2.2GHz 到 3.5GHz, 脉宽小于 50ps.

EEACC: 4320J

一、引 言

作为光纤通讯理想光源的 1.5 μm 半导体激光器受到了各国普遍重视, 而光孤子通讯技术作为未来长距离大容量通讯技术更是目前研究的热点, 其光源必须是高重复率超短脉冲光源. 常用产生高重复率超短光脉冲的方法有锁模法和增益开关法. 锁模法虽能产生更短的光脉冲, 但其调制频率不可连续调, 需用外腔, 结构复杂, 稳定性差. 与之相比, 增益开关法具有简单、重复率连续可调等优点, 因此成为获取高重复率超短光脉冲的首选技术. 目前, 利用增益开关法已得到重复频率 10GHz、脉宽 30ps 的光脉冲, 并且成功地应用于光孤子通讯实验系统^[1]. 我们利用增益开关法调制 InGaAsP 激光器, 获得了重复频率 2.2—3.5GHz, 脉宽小于 50ps 的脉冲.

二、实验装置

实验装置框图如图 1, 微波电流与直流偏置电流经偏置与匹配网络注入 InGaAsP 半导体激光器, 输出光利用强度自相关装置、Ge-APD 与示波器、光谱仪分别测量脉冲宽度、重复频率和光谱. 强度自相关测量装置由迈克尔逊干涉仪、倍频晶体、滤光片、光电倍增管和 x-y 记录仪构成. 倍频晶体为 LiIO₃. APD 为 Ge 材料器件, 上升时间大于 100ps. 示波器为 Tektronix7904-S6 取样示波器, 上升时间 30ps. 光谱仪为 ANDO AQ1406 光谱仪, 分辨率 2.5 \AA .

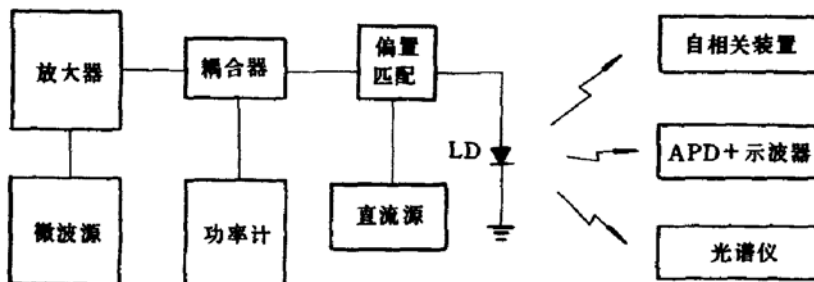


图 1 实验装置

三、实验结果与讨论

所用半导体激光器静态输出特性曲线以及光谱分布如图 2, 阈值电流为 27mA.

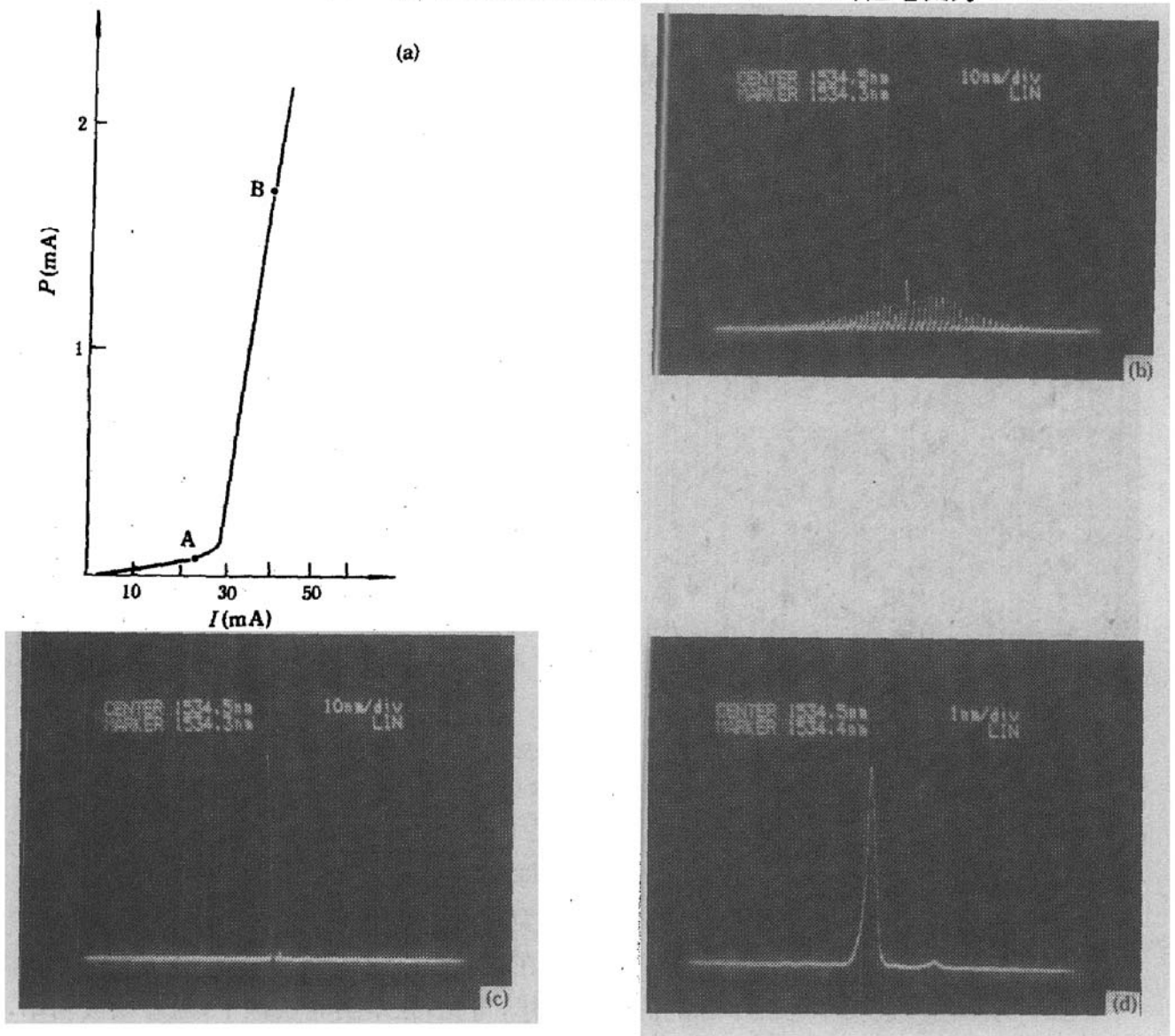


图 2 静态输出特性曲线及光谱分布

(b), (c) 分别为 A, B 点光谱, (d) 为 (c) 放大

在直流偏置与微波电流同时注入下, 获得了重复频率 2.2—3.5 GHz, 脉冲宽度 50 ps 左右的高重复率超短光脉冲. 几个典型值如表 1.

表 1

调制频率 (GHz)	2.5	3.0	3.3
直流偏置 (mA)	30.8	31.4	35.9
微波功率 (mW)	310	520	1500
脉冲宽度 (ps)	43.0	45.0	45.5
峰值功率 (mW)	11.8	11.6	11.3

(3.3 GHz 测量时阈值已升至 33 mA)

图 3 为测得的二次强度自相关曲线以及相应条件下光谱分布. 通常认为半导体激光器输出脉冲波形为高斯型^[2], 从相关曲线可得出, 其脉冲宽度为 45.0ps.

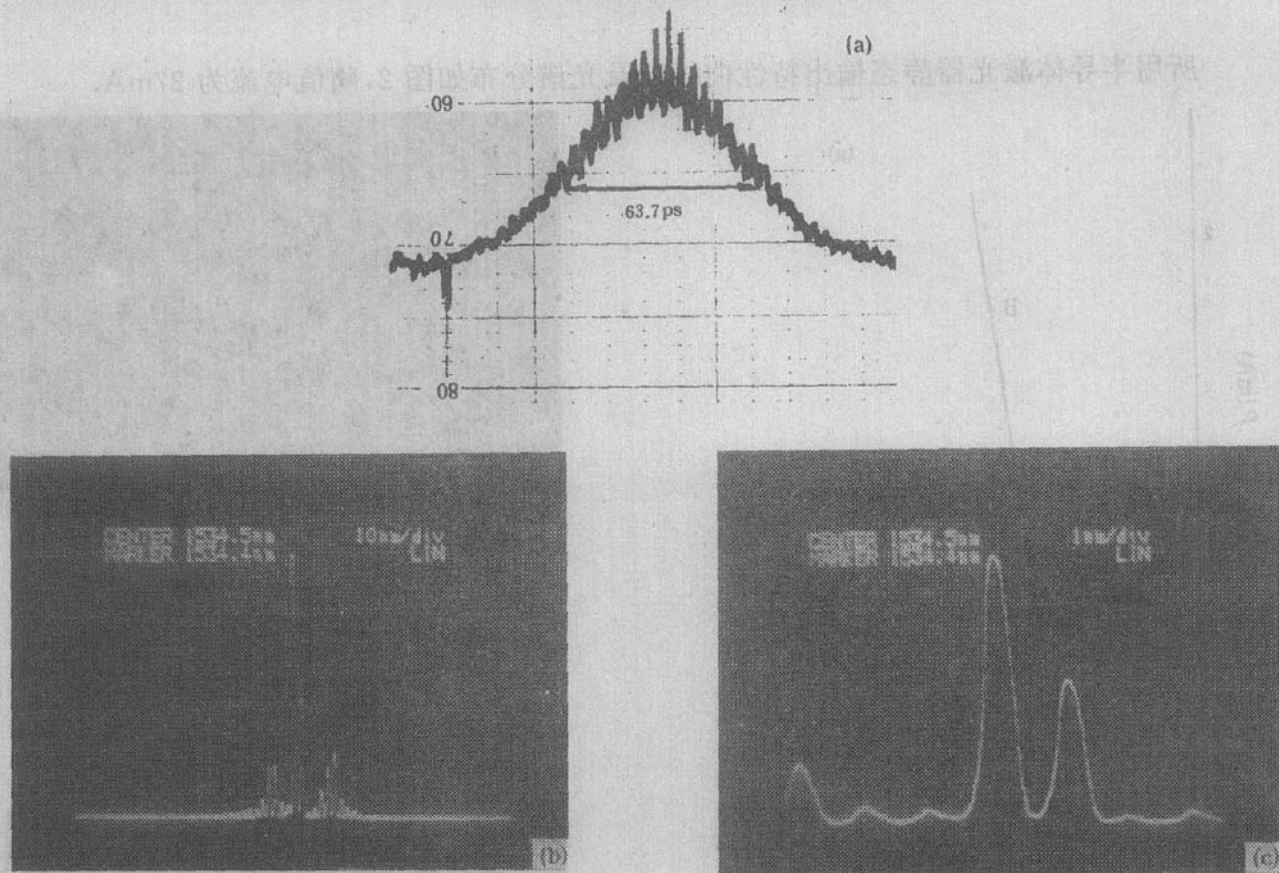


图 3 二次强度自相关曲线及相应条件下光谱

调制频率: 3.0GHz, 偏置: 31.4mA, 微波功率: 520mW, (c)为(b)放大

比较图 2 和图 3 可看出, 超短脉冲工作情况下其光谱与连续输出时光谱有了很大变化, 超短脉冲工作状态下纵模数增加很多, 并且每个纵模的线宽也增加很多. 纵模数增多是由于带填充效应引起的^[3], 而每个纵模线宽加宽则是由于啁啾效应所致^[4].

不同偏置情况下产生的光脉冲宽度如图 4, 在一定微波功率情况下有一最佳偏置值.

图 5 为不同微波功率情况下脉宽的变化规律, 可见, 在本实验条件下, 随着微波功率

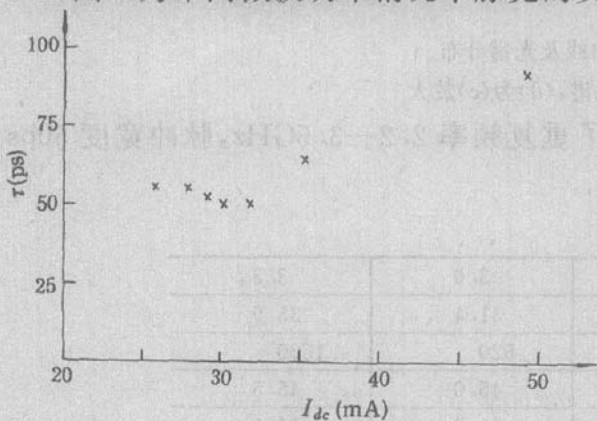


图 4 脉冲宽度与直流偏置关系

调制频率 $F=2.5\text{GHz}$, 微波功率 $P_m=200\text{mW}$

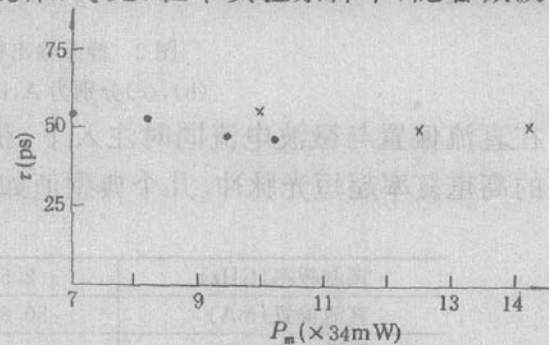


图 5 不同微波功率下脉冲宽度变化规律

$F=2.5\text{GHz} \cdot I_{dc}=27.3\text{mA} \times I_{dc}=19.9\text{mA}$

增加,脉冲宽度先减小,其后基本不变.

不同调制频率下示波器测得光脉冲波形如图 6,由于 APD 上升时间较长,测得的结果已不能反映光脉冲原来面貌,只能反映出其重复频率.

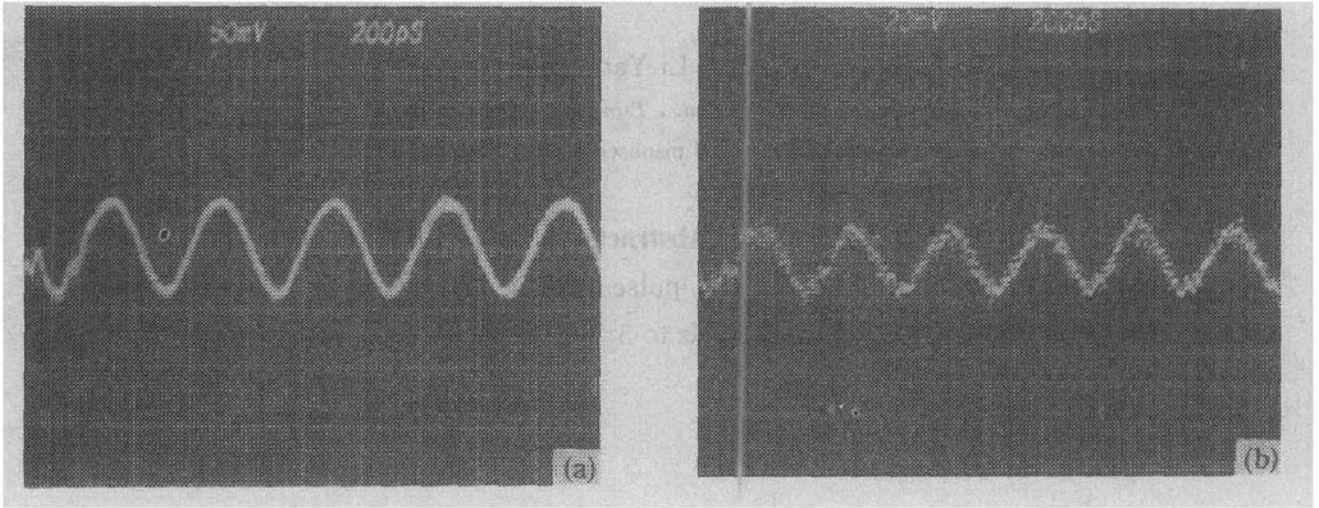


图 6 光脉冲波形(向下为正)
(a) $F=2.5\text{GHz}$, (b) $F=3.0\text{GHz}$

四、结 论

利用增益开关技术产生了重复率 2.2—3.5GHz,脉冲宽度小于 50ps 的 1.5 μm 光脉冲,为高速率光孤子通讯技术的研究奠定了基础.

致谢:本工作曾得到中国科学院半导体研究所汪孝杰、王圩等老师的帮助,在此表示感谢.

参 考 文 献

- [1] M. Nakazawa, K. Suzuki, E. Yamada, H. Kubota and Y. Kimura, *Electron. Lett.*, **28**,817(1992).
- [2] H. Ito, H. Yokoyama, S. Murata and H. Inaba, *IEEE J. Quantum Electron.*, **QE-17**,663(1981).
- [3] S. Tarucka, and K. Otsuka, *IEEE J. Quantum Electron.* **QE-17**,810(1981).
- [4] C. Lin, C. A. Burrus and R. S. Tucker, *Appl. Phys. Lett.*, **46**,12(1985).

Generation of 1.5 μm High-Repetition-Rate Ultrashort Optical Pulses

Xu Baoxi, Gao Yizhi, Li Yanhe and Zhou Bingkun

Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084

(Received 19 June 1992; revised manuscript received 1 September 1992)

Abstract

High-repetition-rate ultrashort optical pulses are generated by gain-switch method at 1.5 μm . The repetition range is from 2.2GHz to 3.5GHz, the pulse widths are less than 50ps.

EEACC: 4320J