

# 高精度单激光脉冲选择器及同步触发系统\*

郭良福 张树葵 唐军 王晓东 文国庆 彭翰生

(中物院核物理与化学所等离子体物理国家重点实验室, 成都 525 信箱, 610003)

**摘要** 通过选择高速、高性能的 ECL 电路和采取多个半导体雪崩三极管的串并联及整形锐化等措施, 与两个并联的普克尔盒组成高精度电光开关, 准确地从钛宝石自锁模激光器输出的 82MHz 飞秒激光脉冲序列中选出了单个脉冲。

**关键词** 单脉冲选取 锁模脉冲序列 同步触发 高压快脉冲

**中图分类号** TN 247

在以锁模激光器为种子光源的激光系统中, 必须从锁模脉冲序列中选择出某一特定的脉冲后才可以进一步放大。单脉冲选择器通常是由同步触发、高压脉冲源和普克尔盒等组成, 而现有的单脉冲选择器主要是针对输出带包络脉冲序列的锁模激光器进行单脉冲选取, 脉冲序列波形如图 1(a) 所示。其同步触发主要是以火花隙或光电二极管组成, 调整火花隙的宽度使锁模激光器输出功率最大时被击穿或调节光电二极管输出的阈值作为同步触发信号<sup>[1]</sup>。而在高亮度激光装置中, 为了获得高功率密度的超短激光脉冲输出, 所采用的振荡器一般是自锁模飞秒激光器, 例如钛宝石自锁模飞秒激光器, 其特点是脉冲序列中的每个脉冲都完全相同。我们的钛宝石自锁模飞秒激光器输出的是 82MHz 飞秒激光脉冲序列, 脉冲序列波形如图 1(b) 所示, 脉冲序列的振幅都是相等的, 所以以上的同步触发及单脉冲选取的方法均不适合该脉冲序列。总之, 以火花隙或光电二极管、冷阴极闸流管和一个普克尔盒等器件组成的单脉冲选择器, 因其寿命短、重复率低、脉冲前后沿慢、触发晃动大、触发困难、要求主激光输出功率较大等因素而不能用于钛宝石自锁模飞秒激光器输出的 82MHz 飞秒激光脉冲序列单脉冲选取。为此我们选择高速、高性能的 ECL 电路和多个半导体雪崩三极管的串并联及整形锐化以及两个普克尔盒并联等措施研制了一套性能良好的单脉冲选择器。

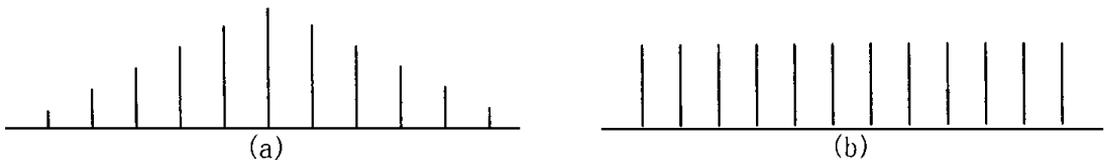


Fig 1 (a) General mode-locked laser pulse train, (b) self mode-locked Ti sapphire laser pulse train  
图 1 (a) 一般锁模激光器输出的带包络的脉冲序列, (b) 钛宝石自锁模激光器输出的脉冲序列

## 1 系统构成、原理及实验结果

我们采用高速、高性能的 ECL 集成电路和半导体雪崩三极管器件研制的这套高压脉冲系统, 能够给出与主激光脉冲序列中某一个脉冲的前沿严格精确同步的单脉冲输出以及前后沿

\* 国防科技基础研究资助课题

1998年3月6日收到原稿, 1998年4月14日收到修改稿。

郭良福, 男, 1966年9月出生, 助理研究员

陡、抖动小、脉宽窄、重复率高、寿命长的高压脉冲<sup>[2~4]</sup>,系统构成和工作原理如图 2 所示。它是由两个并联的普克尔盒,两个正交的偏振棱镜,快速光电二极管,同步单脉冲选取电路,延时器,脉冲整形锐化触发电路和高压脉冲源等组成。由钛宝石激光器输出的锁模飞秒激光脉冲序列经由偏振棱镜  $P_1$  入射到两个普克尔盒中,当两个普克尔盒未加上高压脉冲时,主激光将被偏振棱镜  $P_2$  反射,经透镜聚焦到快速响应光电二极管上,光电二极管把主激光信号变成电信号送到由高速 ECL 集成电路组成的同步单脉冲选取电路,经处理后输出与主激光锁模脉冲序列中一个脉冲前沿严格同步的单脉冲,单脉冲经延时锐化整形后去触发高压脉冲源产生一个四分之一波长电压的高压脉冲并加在两个普克尔盒上,经适当调整延时,就可以在一个光脉冲通过两个普克尔盒时,恰好加上四分之一波长电压的高压脉冲,于是这个光脉冲经过两个普克尔盒后,其偏振方向就旋转了  $90^\circ$ 。通过两个正交的偏振棱镜,从偏振棱镜  $P_2$  透射输出一个单脉冲,从而完成了一次单脉冲的选取。

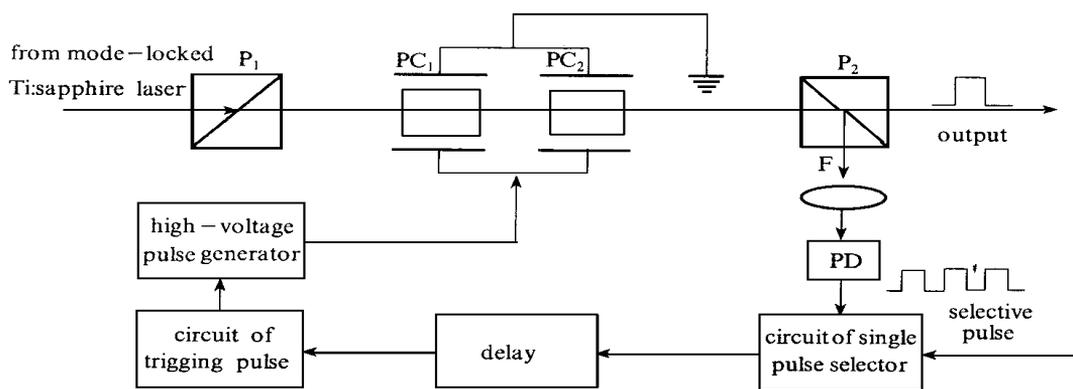


Fig 2 Principle of single pulse selector

$P_1, P_2$ : polarized prism;  $PC_1, PC_2$ : Pockel-cell; F: lens; PD: photodiode

图 2 单脉冲选择器框图

$P_1, P_2$ : 偏振棱镜;  $PC_1, PC_2$ : 普克尔盒; F: 透镜; PD: 快速光电二极管

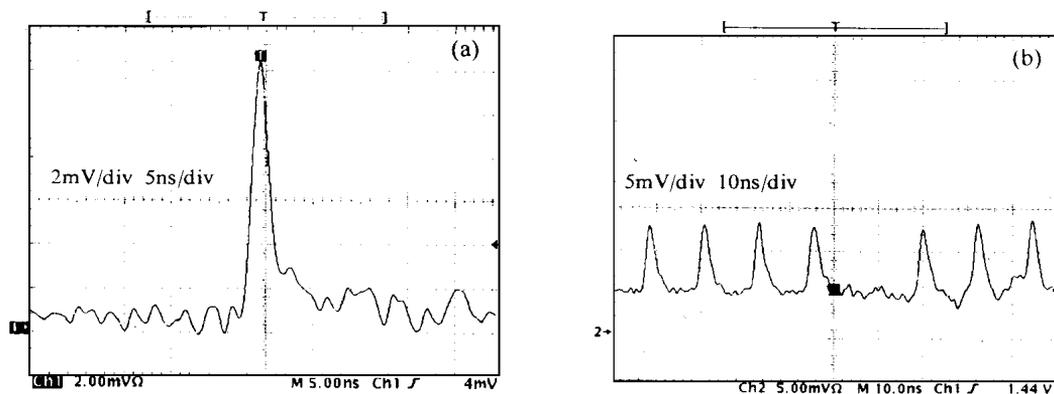


Fig 3 Waveform of (a) single pulse and (b) mode-locked laser pulse train after select single pulse

图 3 (a) 选出的单脉冲波形, (b) 选出单脉冲后的主激光脉冲序列波形

以钛宝石自锁模飞秒激光器输出的  $82\text{MHz}$  飞秒激光为种子光源, 利用该单脉冲选择器, 成功地从钛宝石自锁模飞秒激光器输出的  $82\text{MHz}$  飞秒激光脉冲序列中选出了单脉冲, 选出的单脉冲波形如图 3 所示。

## 2 结 论

由于该单脉冲选择及同步触发系统采用了两个普克尔盒并联工作, 选择高速、高性能的 ECL 集成电路和多个半导体雪崩三极管的串并联及利用雪崩整形锐化等措施, 实现了与锁模激光脉冲序列中一个脉冲前沿严格精确同步的单脉冲输出和产生了上升沿陡 ( $< 0.5\text{ns}$ )、抖动小 ( $< 0.2\text{ns}$ )、脉宽窄 ( $8\text{ns}$ )、重复率高、寿命长、输出幅度为  $3\text{kV}$  (四分之一波长电压) 的高压脉冲输出。成功地从钛宝石自锁模飞秒激光器输出的  $82\text{MHz}$  飞秒激光脉冲序列中选出了所需的单个脉冲, 为高亮度激光装置的放大级提供了待放大光以及高精度同步触发信号。由于其工作重复率高, 同时为高亮度激光装置的调试和准直提供了方便。利用该高压脉冲源和普克尔盒等器件组成的电光隔离器, 还能防止激光装置中各放大器的自激振荡和提高信噪比。经与我们的钛宝石自锁模飞秒激光器长期实验应用, 证明该单脉冲选择及同步触发系统工作非常稳定、可靠, 成功率近  $100\%$ 。该单脉冲选择及同步触发系统不仅可以用在各种自锁模飞秒激光器上进行锁模脉冲序列的单脉冲选取, 还可广泛地应用于其它锁模激光器上进行锁模脉冲序列的单脉冲选取。

## 参考文献

- 1 蓝信钜 激光技术 长沙: 湖南科学技术出版社, 1988
- 2 赵保经 ECL 集成电路 北京: 国防工业出版社, 1986
- 3 杨荫彪 特种半导体器件及其应用 北京: 电子工业出版社, 1991
- 4 周旋 雪崩晶体管的应用 电子科学技术, 1984, (3): 15

# HIGH PRECISION SINGLE LASER PULSE SELECTOR AND SYNCHRONOUSLY TRIGGERING SYSTEM

Guo Liangfu, Zhang Shukui, Tang Jun, Wang Xiaodong, Wen Guoqing, Peng Hansheng  
National Key Laboratory of Plasma Physics, Chengdu, Sichuan 610003

**ABSTRACT** Using two Pockel cells in parallel and high performance fast-ECL circuit along with several semiconductor avalanche transistors in series and parallel, single pulse successfully is selected from the  $82\text{MHz}$  self mode-locked Ti:sapphire laser pulse train.

**KEY WORDS** single pulse selector, mode-locked pulse train, synchronously triggering, fast high-voltage pulse