

# 用 GaAs 光电子开关驱动的 亚毫秒电光开关

朱鑫铭 毛宏伟

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

## 提 要

两块 Cr-GaAs、一个电阻和一块 KD\*P 晶体组成一体化光开关, 开关由锁模脉冲控制, 开门时间从亚毫秒到几十毫秒连续可调, 响应时间达 280 ps。

在我们的前一篇文章中<sup>[1]</sup>报道了一种新型结构的光电子开关, 它采用了 Cr-GaAs 高阻材料, 并直接与普克尔盒电极连在一起, 以高阻输出方式, 从而不仅能负荷高达 10 kV 高压, 又可以得到不同宽度的电脉冲。本文将报道, 利用上述开关驱动普克尔盒选择脉冲以及测量这种开关上升时间的实验。

### 1. 一体化光开关

由 GaAs 光电子开关和 KD\*P 普克尔盒组成的一体化光开关其结构如图 1 所示。直流高压  $V_0$  经过同轴电缆和 GaAs 块加到 KD\*P 普克尔盒电极上, GaAs 块的尺寸为  $2 \times 2 \times 6 \text{ mm}^3$ , 暗电阻  $R_0$  为  $5 \times 10^9 \Omega$ 。在电极之间并联一个体电阻和另一个 GaAs 块, 电阻的阻值  $r$  约为  $50 \text{ k}\Omega$ , 并联的 GaAs 块尺寸为  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ , 暗电阻约为  $R_0$  的三分之一。电光晶体采用 KD\*P, 尺寸为  $\phi 4 \times 6 \text{ mm}$ 。整个部件全都浸泡在氟氯油里, 以防止电击穿。当锁模激光脉冲照到作电光开关的 GaAs 块上时, 由于光电导使 GaAs 块的电阻下降为  $R$ , 在这一瞬间, 普克尔盒电极之间产生的电压极大值  $V_2$  应为

$$V_2 = V_0 r / (Z_0 + R + r), \quad (1)$$

式中  $Z_0$  是电缆的特性阻抗。当第二个光脉冲照到与 KD\*P 并联的 GaAs 块上时, 由于该 GaAs 块导通而使电极之间形成短路, 电压退去。

### 2. 从锁模序列中挑选单脉冲

在前文[1]中, 我们已经测量了普克尔盒电极上的电压波形, 本文通过用一体化光开关来实现选择单脉冲。实验装置排布如图 2 所示。振荡器 1 输出锁模序列, 经选脉冲开关 2 选出单脉冲, 由放大器 3 放大, 分束器 4 把光脉冲分为相同的两部分, 分别控制一个一体化光开关。

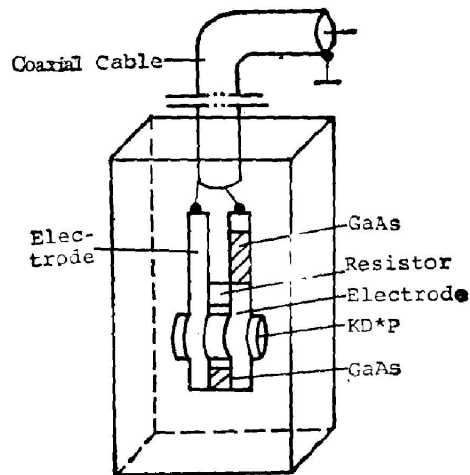


Fig. 1 Schematic diagram of the compact optical switch

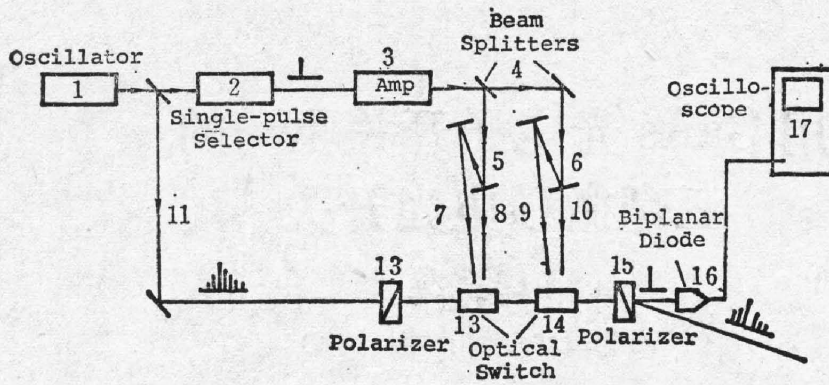
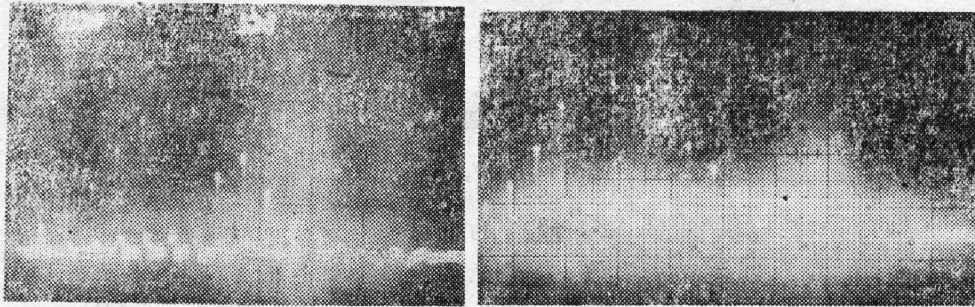


Fig. 2 Experimental setup for single pulse selection by using the compact optical switch

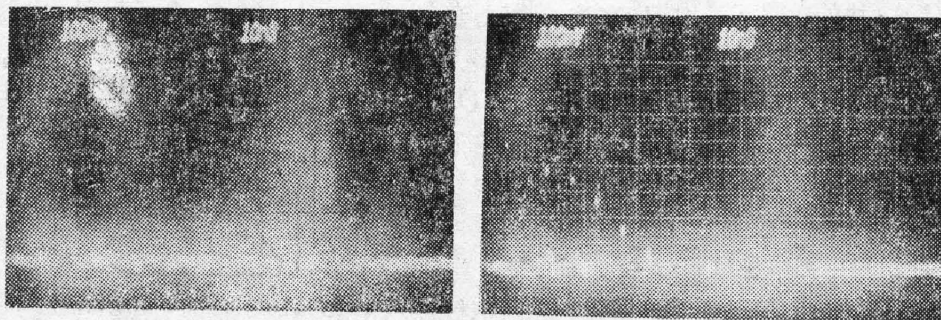
分束器 5 和 6 又分别把每个光脉冲分为有一定延时的两个光脉冲 7、8 和 9、10。用光脉冲 7、9 开启开关, 而用光脉冲 8、10 关闭开关。从锁模序列中分出来的光束 11 作为被控制光, 通过起偏器 12、两个一体化光开关 13 和 14 的电光晶体、检偏器 15, 由强流光电管 16 接收, 示波器 17 显示。实验中, GaAs 光电子开关上的偏压为 10 kV, 用于开启开关的光脉冲能量约为 1.2 mJ, 用于关的光脉冲能量约为 2.5 mJ\*。经过光开关后, 舍弃光波形如图 3 所示, 透过光波形如图 4 所示。光脉冲 7、8 之间延时为 6 ns 时, 选出单脉冲, 如果将用于关闭



(a) Using one switch only

(b) Using two switches in series

Fig. 3 Waveforms of the rejected beam after a single pulse is selected.



(a) The single pulse switched out from a mode-locked train

(b) The rear part of a mode-locked train switched out by the optical switch with a long open time

Fig. 4

\* 其中都没有扣除窗口以及 GaAs 表面的反射。由于条件所限, 这样的能量分配并非最合理。

的光脉冲 8 和 10 遮挡掉, 则脉冲序列的后半部分都透过来了。在本实验中, 当只有一个开关动作时, 选出的单脉冲幅度约为 1/2, 用两个开关串联使用时, 基本上可以把整个单脉冲全部选出来。值得指出的是, 虽然在实验中开启开关本身就需要单个锁模光脉冲, 但是, 因为光电子开关有 PS 量级的同步精度, 所以能够把通光门的宽度压缩到 1 ns 以下, 从而使单脉冲的信噪比提高 2~3 个量级。

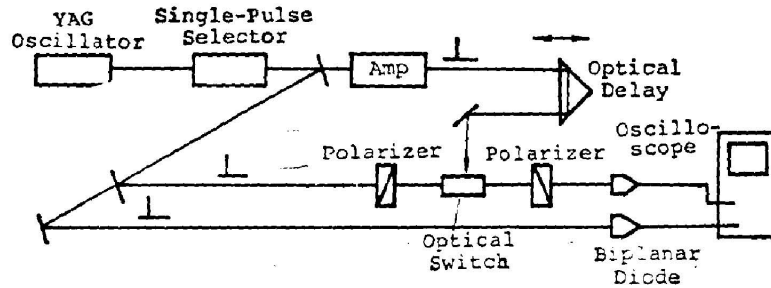


Fig. 5 Experimental setup for determining the responsive time of the optical switch

### 3. 开关的上升时间

测量一体化光开关响应速度的实验装置排布如图 5 所示。一台主被动锁模的 YAG 振荡器, 产生半极大全宽为 40 ps 的超短脉冲, 经过选脉冲开关得到单脉冲, 利用二个分束器和全反射镜将单脉冲分为三部分, 经全反射的一部分作为强度参考光, 被强流管接收, 输入示波器的一个通道。第二部分作为探针光, 经过起偏器、光开关的电光晶体和检偏器后, 由强流管接收输入示波器的另一通道。第三部分为控制光, 经过放大器和延时器, 照到一体化光开关的 GaAs 条上使开关导通。改变延时, 可以得到相对透过率与延时之间的关系曲线, 其结果如图 6 所示。由于探针光脉宽远小于普克尔盒的上升时间, 因此可以把相对透过率从 10% 变到 90% 时所增加的延时认为是光开关的响应时间, 由曲线上读出, 其值为 280 ps。

### 4. 结论

用两块 Cr-GaAs 和一个体电阻组成光电子开关, 光电子开关的输出端直接与普克尔盒电极相接, 组成一体化光开关。这种光开关可以采用常加偏压方式工作, 开门时间从亚毫微秒到几十毫微秒连续可调, 响应时间为 280 ps。用这样的两个开关串联实现了从锁模序列中挑选单脉冲。

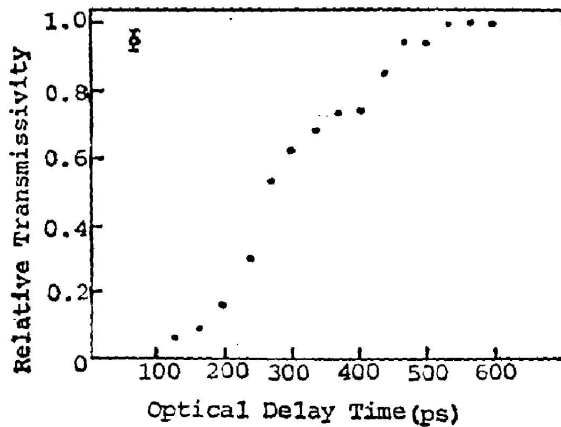


Fig. 6 The relation between relative transmissivity of the optical switch and optical delay time

作者衷心感谢屠月珍同志帮助制作了 GaAs 上的欧姆接触电极。

## 参 考 文 献

- [1] 朱鑫铭等;《光学学报》, 1985, 5, No. 1 (Jan), 75.

**A subnanosecond electro-optical switch driven  
by an optoelectronic GaAs switch**

ZHU XINMING AND MAO HONGWEI

*(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)*

(Received 22 October 1985)

**Abstract**

A compact optical switch has been constructed, which consists of two pieces of Or-GaAs, a resistor and a KD\*P crystal, and is controlled by mode-locked optical pulses. The open time of the switch is continuously variable from sub-nsec to several tens of nsec, and its responsive time is as short as 280 psec.