

用皮秒激光产生宽度可调的高压电脉冲

陈兰荣 支婷婷 顾冠清
(中国科学院上海光机所, 201800)

提要: 本文报道用两个具有可变相对延时的皮秒激光脉冲, 先后驱动两个光电子开关, 产生前后沿均为亚毫微秒的宽度可调高压电脉冲。

关键词: 光电子开关, 高压电脉冲

Generation of width-variable high-voltage electrical pulses by means of picosecond laser

Chen Lanrong, Zhi Tingting, Gu Guanqing

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

Abstract: We report here the generation of width-variable electrical pulses with sub-nanosecond rise and fall time by means of two picosecond light pulses with a variable delay between them to drive two photo-conductive switches one after the other.

Key words: photo-conductive switch, high-voltage electrical pulse

众所周知, 光电子开关在激光辐照下, 产生快的电脉冲上升时间, 抖动 $\pm 2 \text{ ps}^{\text{[1]}}$, 电压幅值近万伏。它能满足普克尔盒驱动源的某些要求。但是, 如果做到电脉冲的前后沿均很陡, 脉冲宽度可调, 则将扩大普克尔盒的用途。为此, 我们选用复合寿命长的半导体材料硅, 制作两个高压光电子开关。实验中对第一个开关产生的电脉冲, 通过改变光延迟, 用另一个光电子开关对地短路, 得到了上述的电脉冲。

实验与分析

对于高压光电子开关, 首先应考虑它的耐压性能, 在文献[2]中已有过描述。本实验为了得到前、后沿均很陡的脉宽可调的高压电脉冲, 我们采用了如图1所示的实验装置。激光振荡器输出锁模脉冲序列, 经过选脉冲开关选出单脉冲, 由放大器放大, 分束器8把光束分成两路光, 分别控制球隙和光电子开关。分束器9又把控制光电子开关的这路光分成两路, 一路光激励第一个光电子开关, 产生陡峭前沿的电脉冲, 而另一路光通过光延迟器激励落地开关, 获得陡的脉冲后沿。

实验中, 球隙产生的电脉冲波形如图2所示, 提供给第一个光电子开关加偏压。第一个光

电子开关输出的电脉冲如图 3。图中后边的电脉冲是光电子开关被激光辐照前的反射部分,前后二者之和等于给第一个光电子开关加的偏压脉冲宽度。电脉冲的幅值与开关的“打开”电阻 R_o 与接触电阻 R_c 之和成反比。

第一个光电子开关输出的电脉冲作为第二个开关的偏压,它与作用到第二个开关上的光脉冲同步到达。第二个开关放置在传输线的中心导体和地之间,当光作用到第二个开关上时,产生的载流子使导体对地短路,并消除了脉冲的反射部分。因为光电子开关的“打开”电阻 $R_o \propto \frac{1}{I\mu}$, I 为光强, μ 是载流子

迁移率,在光强足够大的情况下, R_o 很小。显然当接触电阻 R_c 越小时,则后沿关的越彻底。为了取得最小的 R_c 值,我们反复改变落地开关结构,尽量使半导体与地紧密接触,取得了满意的实验结果,如图 4。

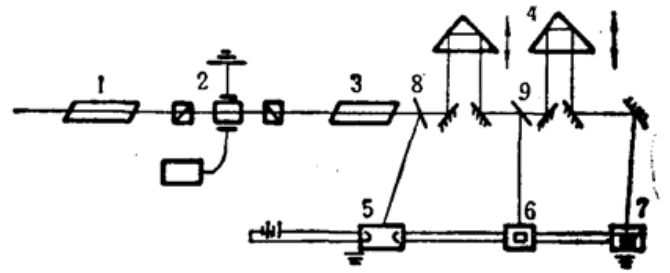


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental arrangement

1—oscillator; 2—Pockel's cell; 3—amplifier; 4—optical delay; 5—laser triggered spark gap; 6, 7—optoelectronic switches; 8, 9—beam splitters



Fig. 2 Electrical pulses from the laser triggered spark gap



Fig. 3 Electrical pulse from the first optoelectronic switch

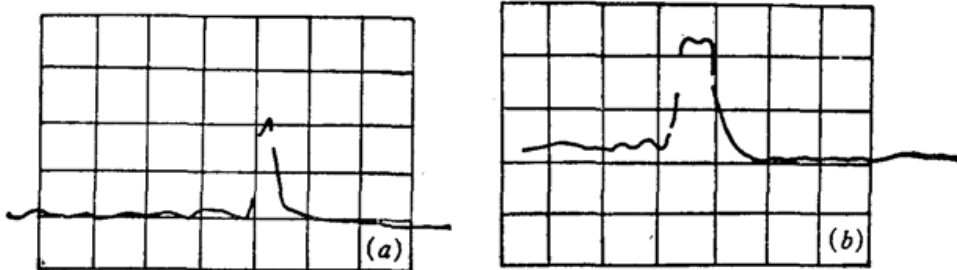


Fig. 4 Electrical pulses difference produced by two optoelectronic switches with variable delay

(a) 1.6ns; (b) 6ns

本实验驱动第一个光电子开关的光脉冲能量为 $3 \sim 4$ mJ, 用于第二个光电子开关的光脉冲能量 > 4 mJ。此时得到前后沿均很陡的亚毫微秒的高压电脉冲。改变作用到第二个光电子开关相对第一个光电子开关上的光延迟,则会得到不同宽度的高压电脉冲。因为硅载流子寿命为 μ s 量级,原则上改变作用到两个光电子开关之间的光延迟,高压电脉冲的宽度可从亚 ns 连续调到 μ s。但是电脉冲宽度为 μ s 则光延迟时间太长,顶部衰减也很严重。本实验所产生

的电脉冲可从亚 ns 连续调到几十 ns, 顶部衰减并不严重。图 4 为两个不同宽度的 ns 电脉冲, 输出电脉冲幅度为 5.4 kV, (a) 为 1.6 ns 宽度, (b) 为 6 ns 宽度。当作用到第二个光电子开关的能量小于 4 mJ 时, 得到的电脉冲波形如图 5, 后沿关不彻底。由此得知要稳定得到前后沿均很陡的电脉冲, 激光器输出须稳定, 特别是脉冲能量不能太小。又因为光电子开关输出电脉冲的抖动在皮秒量级, 因此对于取得 ns 脉宽的电脉冲, 则此抖动可以忽略。

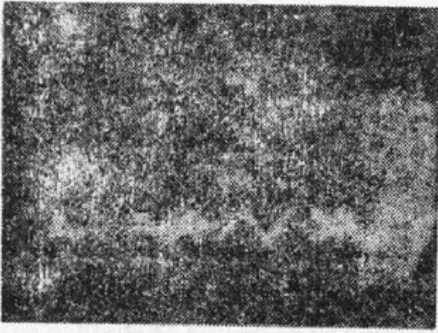


Fig. 5 Electrical pulses produced at light pulse energy < 4 mJ

电脉冲的上升与下降时间, 在不同实验条件下将有所区别。本实验采用[2]的方法, 测得电脉冲的上升时间~280 ps (从极大值的 10%~90%), 此值包括光电子开关的上升时间、普克尔盒的充电时间及电缆色散等影响。

参 考 文 献

- 1 G. Maurod, W. Knox, *Appl. Phys. Lett.*, **36**(8), 623(1980)
- 2 陈兰荣 支婷婷, *光学学报*, **4**(3), 247(1984)

(上接第 42 页)

$$|\cos \Delta| = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min}) \quad (9)$$

因此, 改变不同的 θ 值, 转动检偏器 A , 可由功率计 G 记录下最大光强和最小光强。

实验误差是由多种因素造成的, 主要的原因是: (1) 调整支架的刻度不够精确, 使用高精度旋转支架能有所改善; (2) 光源起伏, 使用稳压电源可控制在 2%; (3) 探测系统的灵敏度不够高。

总之, 该补偿器结构简单、易做、精度高, 而且避免了对它的直接机械调节, 只要事先将刻度标定在补偿器的边缘上, 或随之附带一张 $\Delta \sim \theta$ 关系曲线图, 使用时根据它调整 P 的振动方向即可。调整角度越精确, 补偿器的精度亦越高。该补偿器主要用来产生各种偏振光, 测量样品的双折射等。

参 考 文 献

- 1 W. G. Driscoll, W. Vaughan, *Handbook of Optics*, New York, 1978, 10~134
- 2 李国华 *et al.*, *曲阜师范大学学报(自然版)*, 待发表
- 3 姚启钧, *光学教程*, 高等教育出版社, 1981, 306~308