

全雪崩晶体管驱动器选脉冲开关

莽燕萍 范滇元

(中国科学院上海光机所)

邢江

(浙江大学)

提要: 研制出一种全雪崩晶体管驱动器光开关装置, 它用于从锁模脉冲系列中可靠地选出一个单脉冲。本文阐述了它的工作原理和研制结果。测试结果表明, 该装置具有性能稳定、工作可靠、延迟时间短(~ 20 毫微秒)、抖动小、寿命长和无电磁干扰等优点。

Selection of single pulses with an all avalanche transistor driver

Mang Yanping, Fan Dianyuan

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

Xing Jiang

(Zhejiang University)

Abstract: An optical switch with an all avalanche transistor driver is developed. It is designed to reliably select a single pulse from a mode-locked pulse train. Its operational principle and experimental results are described. The test indicates that this device has the advantages of stable performances, reliable operation, short delay time (~ 20 ns), minimum jitter, long life time and no electromagnetic disturbances.

低。我们研制了全雪崩晶体管驱动器选脉冲开关, 它克服了上述缺点。

一、引言

用于高功率激光系统中锁模振荡器输出的单脉冲选择开关技术途经有多种, 其中常用的火花隙抖动大 (> 10 毫微秒)、寿命短 (几百次)、电磁干扰大, 且需要频繁的维修。这些缺点使得火花隙开关选出单脉冲几率较

二、工作原理

选脉冲开关的原理方块图示于图1。图中起偏棱镜和检偏棱镜正交放置, 普克尔盒

收稿日期: 1982年5月28日。

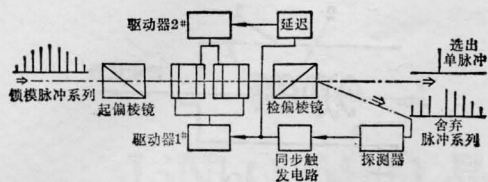


图1 选脉冲开关原理方框图

采用KD*P晶体。用PIN型硅光二极管做探测器，跟踪偏离的激光脉冲系列，将光信号变成电信号，加到施密特触发器上。当电脉冲信号的幅度超过阈值触发电平时，施密特触发器输出一个脉冲信号，经过适当的延迟，在所需时刻将驱动器1#触发，产生第一个负阶跃高压脉冲，其前沿将普克尔盒打开。同步电路在触发驱动器1#以后，经过适当的延迟又输出第2个信号去触发驱动器2#，产生第二个负高压脉冲，其前沿将普克尔盒关闭，普克尔盒打开的时间恰恰是两个负阶跃高压脉冲前沿之间的延迟。我们让这个延迟等于锁模脉冲系列的脉冲间隔，调节可调延迟或施密特触发器的阈值触发电平，可以使通光窗口的峰值对准我们要选取的那个脉冲的峰值。于是当激光脉冲系列通过选脉冲开关后，就被选出了一个单脉冲。

三、雪崩晶体管驱动器

雪崩晶体管驱动器的具体线路如图2所示，它是由17只雪崩晶体管串接而成的。1

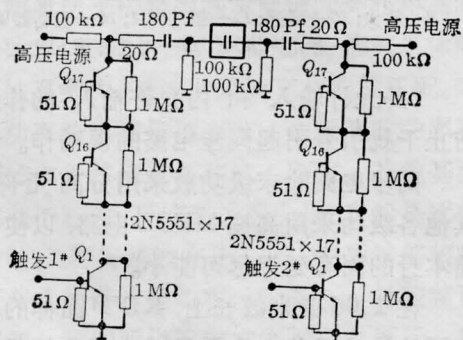
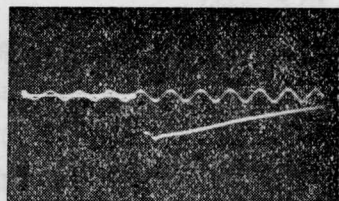


图2 雪崩晶体管驱动器电路图



照片1 单串雪崩管驱动器电压波形
(照片中正弦波时标周期10毫微秒)

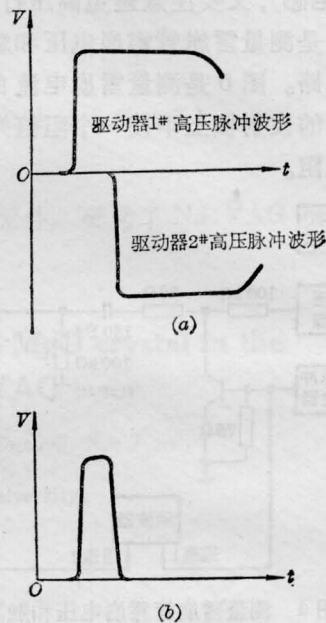


图3

(a) 加在普克尔盒上的两个高压脉冲波形
(b) 相减后的高压电脉冲

兆欧电阻是均压电阻。图中左、右两串雪崩晶体管是完全相同的，它们的输出端接在同一个普克尔盒的两个电极上。当有触发信号加到最下面的雪崩管上时，驱动器雪崩导通，产生出负阶跃高压脉冲（见照片1），其前沿约为2.5毫微秒。如果触发信号是同时加的，则两个负高压脉冲相互抵消，普克尔盒上无电位差。我们让触发信号2#相对触发信号1#延迟几个毫微秒，两个负高压脉冲反相相减，得到一个前后沿都比较陡峭的高压脉冲（见图3）。这个脉冲使得普克尔盒打开一个光学传输窗，让这个窗口的底宽约等于锁模脉冲系列中相邻脉冲的间隔（在我们的振

荡器上为 10 毫微秒)。

对于雪崩晶体管中每个晶体管都要仔细地挑选,使它们具有比较一致的雪崩电压($< \pm 1$ 伏)、触发延迟时间(± 1 毫微秒)和雪崩电流(± 0.1 安),这样才能使驱动器前沿好、抖动小、寿命长。

在焊接电路时既要注意接线短(减少分布电容、电感),又要注意避免高压打火。

图 4 是测量雪崩管雪崩电压和触发延迟时间的电路。图 5 是测量雪崩电流的电路。在雪崩管的发射极上串联一个阻值为 R 的无感标准电阻。

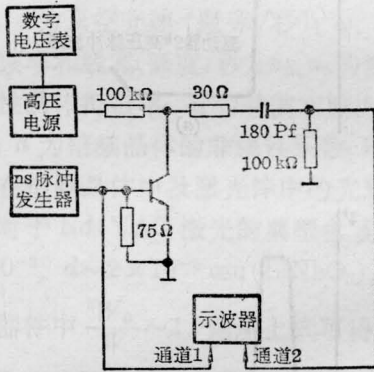


图 4 测量雪崩管雪崩电压和触发延迟时间的电路

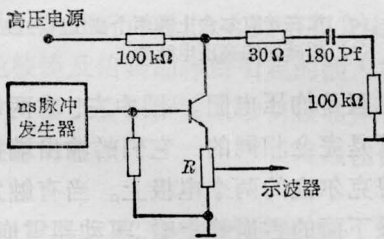


图 5 测量雪崩管雪崩电流的电路

将高压电源加至雪崩电压,这时在示波器上可以测出电阻 R 上的电压脉冲波形,其峰值电压为 V_p 。雪崩电流的峰值为:

$$I_p = \frac{V_p}{R}$$

我们测得的峰值电压在 10~13 伏之间,而 $R=2.8$ 欧姆,则峰值雪崩电流在 3.6~4.6 安之间。

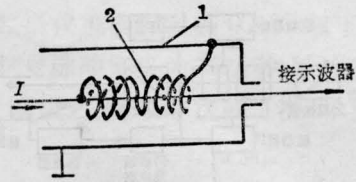


图 6 分离器原理图

1—屏蔽筒; 2—无感绕制的标准电阻

上述测试中尽量用单次触发信号,在使用重复触发信号时,其重复率不要高于 50 赫,且时间尽可能短,避免损坏管子。

四、同步触发电路

同步触发电路的方块图如图 7 所示。其中双稳的作用是使计时更加准确。加了双稳后,超过阈值电平的第二个脉冲作计时脉冲,避免了当第一个触发同步电路的脉冲幅度勉强达到阈值电平时产生的计时差。从而减小了抖动。

在需要让同步电路有较小的延迟时,可以将同步电路打到“最小延迟”档,此时的延迟为电路的固有延迟。

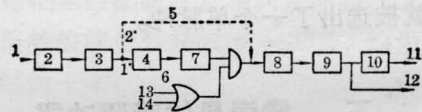


图 7 同步电路

1#路—可调延迟; 2#路—最小延迟(电路固有延迟)
1—光脉冲系列; 2—探测器; 3—施密特触发器;
4—双稳; 5—最小延迟; 6—可调延迟; 7、8—单稳;
9—放大; 10—延迟; 11—驱动器 1; 12—驱动器 2;
13—外允许输入; 14—内允许输入

“外允许输入”和“内允许输入”的作用是防止干扰引起同步电路的误动作。

同步电路除末级功放采用分离元件外,其他各级均采用高速 MEOL 电路,以使得电路本身的固有延迟尽可能小。

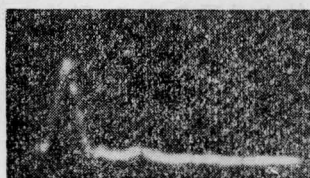
在 1.06 微米波长上, KD^*P 晶体的半波电压约为 8 千伏。为尽量减少每串管子的数目,我们采用双晶普克尔盒,驱动电压只需

$\lambda/4$ 电压。

在安装晶体时, 要使两块晶体加电压方式是并联的, 通光方式是串联的。

五、实验结果

用我们的电光开关装置对调 Q 振荡器的光脉冲进行削波, 用示波器分别观察削出的光脉冲和舍弃的光脉冲。其波形如照片 2 和照片 3 所示。



照片 2 从调 Q 振荡器光脉冲削出的部分的波形
(示波器每格 20 毫微秒)



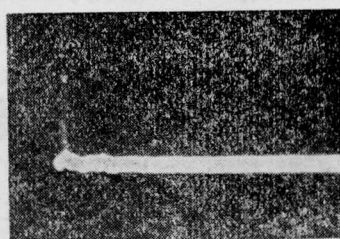
照片 3 调 Q 振荡器削波后剩余波形
(示波器每格 50 毫微秒)

削出的光脉冲波形即为光学传输窗的波形, 其底宽约为 12 毫微秒, 其前沿 (从 10~90%) 约为 4~5 毫微秒。

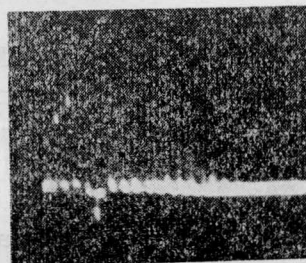
从削波后舍弃脉冲的波形可以看出, 挖去部分基本到了底部。这说明驱动器给出的高压脉冲的电压基本等于 $\lambda/4$ 电压。

用电光开关对锁模振荡器进行选脉冲, 用示波器观察其选出脉冲及舍弃脉冲系列。在振荡器基本稳定的情况下, 选脉冲开关工作稳定。对选出的单脉冲进行多次重复观

察, 在示波器上观察不出其幅度的变化。单脉冲波形见照片 4。



照片 4 从锁模脉冲系列中选出的单脉冲波形



照片 5 从锁模脉冲系列中选出的单脉冲及舍弃脉冲波形

将选出的单脉冲加到示波器通道 2, 将舍弃脉冲加到通道 1, 并将单脉冲波形反向, 拍得的波形如照片 5。用此方法观察选出单脉冲的位置, 结果表明其工作稳定。除用单次振荡器进行大量实验之外, 还用每秒一次的重速率振荡器进行实验, 连续观察, 有 90% 是选在同一个位置上, 有 10% 的脉冲提前或迟后一个脉冲间隔。但这正是我们所希望的。因为在振荡器功率稍有起伏的情况下, 选出脉冲的位置稍有偏移, 恰恰可以使选出的脉冲的幅度稳定, 从而改善了振荡器的功率稳定性。

在实验中曾得到余文炎、郑玉霞、高脐媛、杨义等同志的协助, 在此, 我们深表感谢。