

低时间晃动的重复脉冲单次化门电路

王力列 曹 忠

(中国原子能科学研究院, 北京)

关键词 隧道二极管, (选通)门电路, 重复脉冲, 时间晃动, 同步。

一、前 言

在有些物理实验中, 需要从一重复脉冲序列中取出一个脉冲以作分析、测试之用。在利用微微秒高速扫描相机(即ps相机)测量北京正负电子对撞机(BEPC)贮存环上同步辐射光脉冲的时间结构时, 便遇到了这一问题。

在贮存环中单束团电子作周期运动, 产生周期的同步辐射光脉冲。ps相机的斜坡电压扫描速度约为 1 kV/ns 的量级, 因此相机的光输入端与扫描部分必须有很好的同步以使得每当扫描电路被触发开启时, 正好有一光脉冲进入相机。所以作触发的脉冲信号实际上是将同步辐射光分出一束经光电转换而得到的(因而也是周期的), 这样就能保持很好的同步。由于我们需要观测单个光脉冲的时间结构, 故触发信号必须单次化。另外, 由于ps相机的最高分辨率档满屏量程仅 300 ps , 这就要求扫描触发信号与输入光信号间有稳定的延迟时间, 其晃动要低于 100 ps 。

本电路做成 NIM 插件。这样用一个插件即可实现以往多个仪器才能实现的功能, 既简化了实验布局, 又有助于提高整个实验系统的可靠性。

二、工 作 原 理

本电路的中心元件是一隧道二极管(以下简称 TD)。TD 实际上是一双稳器件, 具有极快的开关速度及较小的功耗。我们利用 TD 的双稳特性将其做成一个类似于与门的开关而实现单次化。

1. 电路方框图 图 1 为电路方框图。输入脉冲加到输入端, 经限幅、电压电流变换放大后送入 TD 构成的双稳电路。选通门发生器则通过手控(或由外输入触发脉冲)而产生一个门脉冲加到 TD。适当调节电路参数及 TD 的工作点, 使当两个脉冲同时加到 TD 时, 才发生电压跳变; 两个脉冲都未加时, TD 回到原静态。电压跳变产生的脉冲经后面电路放大后输出而得到所需要的单个脉冲。单次化是这样实现的: 改变选通门的宽度, 使之等

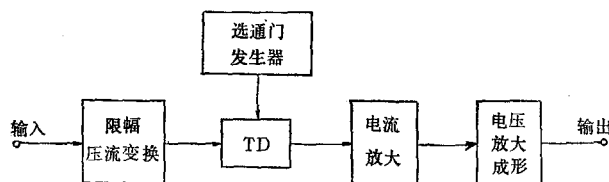


图 1 电路方框图

Fig.1 Block diagram of the circuit

于输入重复脉冲的周期。这样在选通门开启时,有且仅有一个输入脉冲通过 TD, 即 TD 只翻转一次,从而得到单次化的输出脉冲。

2. 线路简介 线路原理图示于图 2。在静态, 流过 TD 的电流为 I_s , C 点电位接近于地($V_c \sim 0$)。每当开关 K 闭合一次(或在 B 点输入正脉冲), 由 T_3 、 T_4 等构成的选通门发生器产生一个时间宽度为 τ 的门信号并加到 T_5 的基极而使之导通处于饱和态。此时流过 TD 的电流由 I_s 增至 $I_s + I_1$, 使之仍小于 TD 的峰值电流 I_p , 故 TD 仍处于低压态, C 点电位则改变微小, 不足以使 T_6 状态翻转。若在此 τ 门控时间内, 有一负脉冲由 A 点输入, 且经 T_1 、 T_2 组成的隔离放大器放大并将得到的电流脉冲 I_2 送到 TD 时, 则因此时 $I_s + I_1 + I_2 > I_p$, 故 TD 将从其低压态翻转到高压态, 而使 V_c 降低到足以使 T_6 翻转, 由此产生的电压脉冲被送到 T_8 作电压放大成形输出。

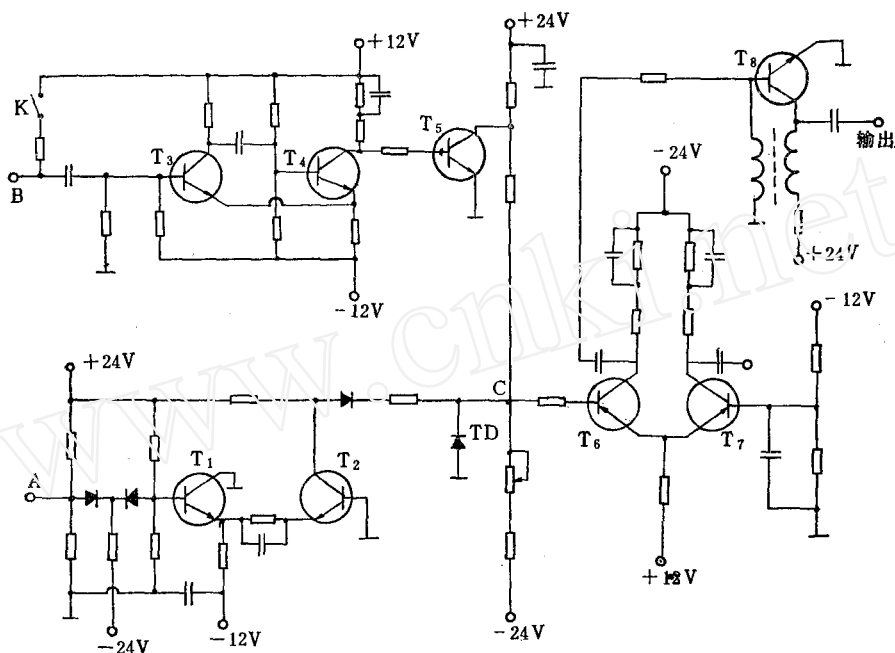


图 2 线路原理图

Fig.2 Electronic circuit

当上述两路均无电流脉冲时, TD 自动被箝回到低压静态。如果只有一路有电流脉冲, 则 TD 仍处于低压态而不产生电压跳变。若在选择门用手控单次触发时, 同时在线路 A 点输入周期为 τ 的重复脉冲, 在输出端就可得到一个单次负脉冲, 其余输入脉冲由于选通门的关闭而被剔除。

三、主要性能

1. 灵敏度 当输入脉冲宽度短至 10 ns 时, 能引起电路动作的最小输入脉冲幅度为 0.2V。
2. 选通门 选通门宽度为 600ns。可通过改变电路参数而改变门宽。
3. 输出脉冲 输出负脉冲幅度可达 20V (在 50Ω 负载上), 上升时间小于 10ns。
4. 时间延迟及其晃动性 输出相对于输入的延迟时间为 10ns, 该延迟时间的晃动小于

16ps。

四、时间晃动问题

前已述及, 在 ps 相机的使用中, 输入光信号与扫描触发信号之间要尽可能保持很好的同步, 这也要求触发信号所经过的电路引起的延迟时间的晃动应尽可能小。为此, 我们对本电路时间晃动特性作了如下的测量。

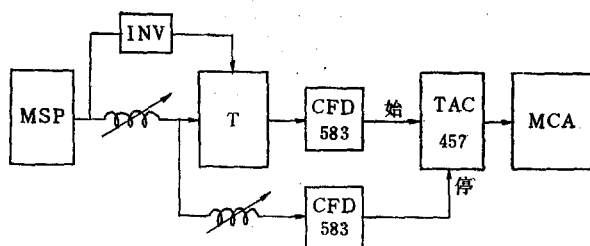


图 3 时间晃动测量框图

Fig. 3 Experimental arrangement for measuring the time jitters

测量装置方框图示于图 3。图中 T 为被测电路; INV 为反相器(根据具体情况决定使用与否); CFD 为恒比甄别器 (ORTEC 583 A); TAC 为带切割放大的时幅变换器 (ORTEC 457), 使用中它被置于最小量程(50 ns)并利用其窗切割放大而使多道分析仪 MCA 上的每一道相当于 1.6 ps。测量所用脉冲由水银开关脉冲发生器 MSP 产生。

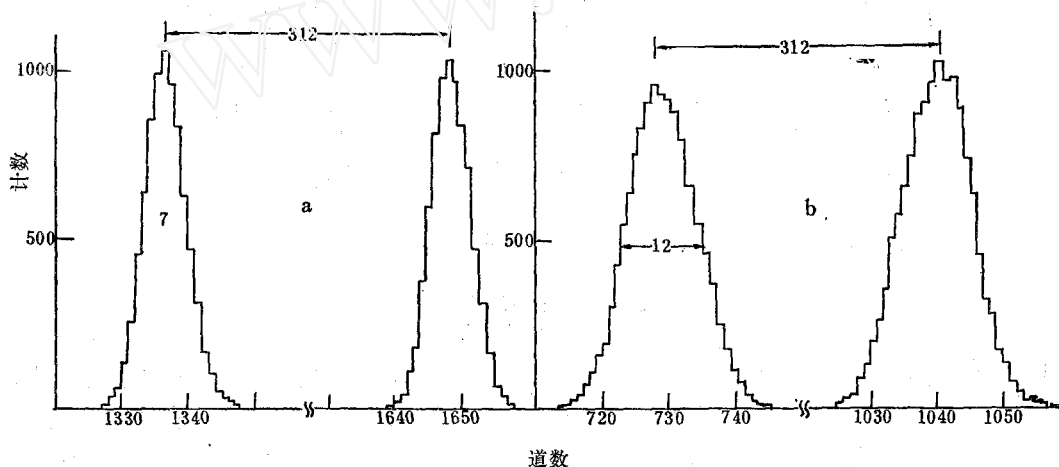


图 4 时间晃动谱

Fig. 4 Spectrum for time jitters

图 4 为延迟器改变 0.5 ns 时 MCA 上得到的时间晃动谱。图 4 (a) 是实验采用的测试系统本身的时间晃动谱(MCA 每道为 1.6 ps, 两峰间有 312 道, 即 0.5 ns)。图 4 (b) 是包含有被测线路 T 的时间谱。由图可知, 测试系统本身的时间晃动谱的半值宽度为 $\Delta T_0 \approx 12 \text{ ps}$, 加上被测线路后结果为 $\Delta T_1 \approx 20 \text{ ps}$, 则按(假定晃动服从高斯分布) $\Delta T = \sqrt{\Delta T_1^2 - \Delta T_0^2}$ 扣除测试系统本身的时间晃动而得到实际被测电路引起的晃动, 其值约为 $\Delta T \approx 16 \text{ ps}$, 这一结果完全可满足 ps 相机的实验要求。

五、结 束 语

重复脉冲单次化门电路除可用于 BEPC 贮存环上以分析单个 同步 辐射光脉冲的时间结构外,原则上可用于一切需要从周期重复脉冲中取出一个以作触发或它用的实验中。此外,将该线路分多路输出,还可用作同步机。

感谢刘慰仁同志对本工作所给予的支持及有益的讨论,同时感谢张士琛、柳凤英等同志对本工作提供的帮助。

(编辑部收到日期:1990年3月6日)

LOW TIME JITTERS GATE USED FOR SINGLING OUT ONE PULSE FROM REPETITIVE PULSES

WANG LILIE CAO ZHONG

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275, Beijing)

ABSTRACT

The paper describes a gate which is used for singling out one pulse from repetitive pulses. The main features of the gate are: the height of input pulse with width 10ns can be as low as 0.2 V, the rising time and the height of the output pulse are 10ns and 20V (on a 50 Ω load) respectively; the jitters of the delay time of output with respect to input is about 16 ps. The gate can also be used as a synchronizer when it is made to have more than one output

Key words Tunnel diode, Gate, Repetitive pulses, Time jitters, Synchronization.