

一个分辨时间小于3ns的快甄别-快计数系统

楼滨乔

(北京大学)

本文叙述一个快甄别-快计数电路的设计和结果。快甄别电路由高速砷化镓隧道二极管组成,快计数电路由ECL超高速D触发器组成。此系统的分辨时间小于3ns,甄别阈范围为10mV至400mV。

关键词: 光子计数系统 双脉冲分辨时间 负阻 D触发器

一、引言

由于光子计数系统得到愈来愈广泛的应用,所以快甄别-快计数系统获得迅速发展。这种快甄别-快计数系统接受的信号是快光电倍增管的输出信号。为了尽量减小计数损失,要求快甄别-快计数系统有足够好的时间分辨率。对于一个输出信号上升时间为1.0—2.0 ns的快光电倍增管(如GDB-50型),要求系统的双脉冲分辨时间小于3ns。同时,要求甄别阈可调,以便把光电倍增管的噪声甄别掉。本文所述的快甄别-快计数系统主要是为此目的而设计的。

二、快甄别-快计数系统

所设计的快甄别-快计数系统框图如图1所示。图中,来自光子探测器的输入脉冲信号加到快甄别电路中。快甄别电路由快速砷化镓隧道二极管组成。

快甄别输出加到一个倒相放大级以便触发下一级÷2计数电路。两级÷2电路都用ECL超高速D触发器构成。第二级÷2电路输出经过一个成形级以便适合下级快计数器的要求。成形级同样由D触发器构成。快计数器用100MHz计数器。快甄别-快计数系统电路图如图2所示。



图1 系统框图

三、电路设计

1. 快甄别电路

快甄别电路用ZES型快速砷化镓隧道二极管作为甄别元件,其电路如图2中虚线框所示。

选择 L 、 R_2 及 V_T 使隧道二极管处于触发器工作状态,如图3(a)。此时,隧道二极管处于A点。 v_i 经 R_1 — $T.D.$ 转换成 I_i ,当 $I_i > (I_P - I_A)$ 时,隧道二极管进入负阻区,发生跳变,从P点

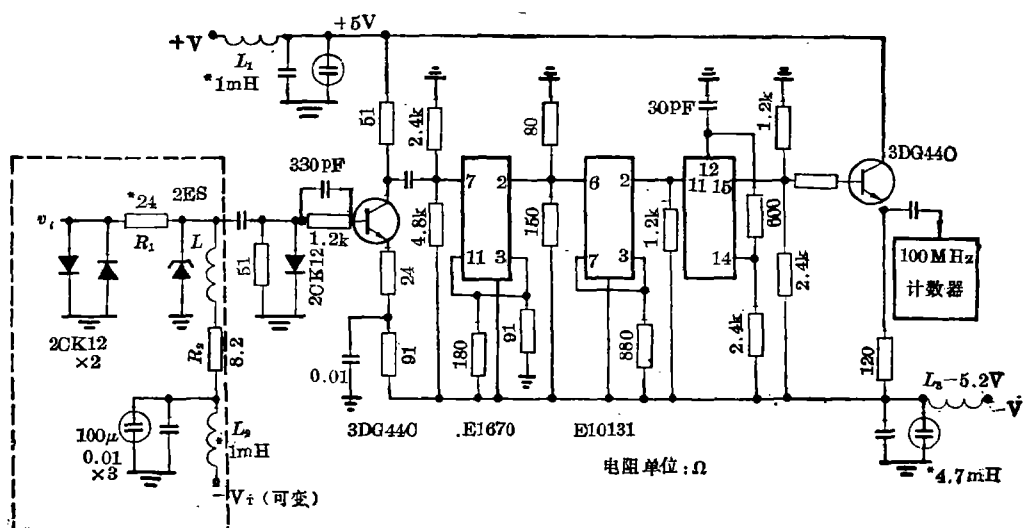


图2 快甄别-快计数系统电路图

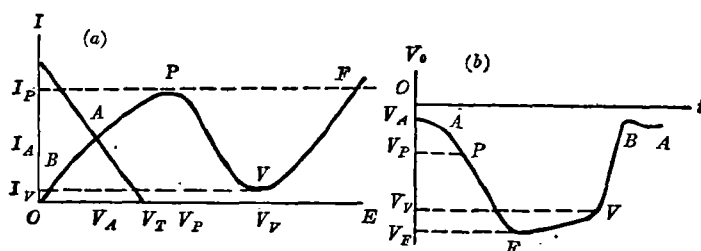


图3 快甄别电路的工作原理

到F点。之后，从F点回到V点，又发生跳变，从V点到B点，再从B点回到A点。其输出脉冲 v_0 如图3(b)所示。

从图3(b)可见，输出 V_0 的时间过程分为A—P, P—F, F—V, V—B及B—A五个部分。时间大小与时间常数 L/R_2 、 R_2C_V 、 $L/(R_2 + R_{FV})$ 及 $L/(R_2 + R_{BA})$ 有关。其中 C_V 为隧道二极管的极间电容， R_{FV} 和 R_{BA} 为隧道二极管特性曲线中F—V段和B—A段的电阻。对于一定的隧道二极管， C_V 、 R_{FV} 和 R_{BA} 是一定值。要减小时间只能调整 L 与 R_2 。电感 L 作为隧道二极管的负载，其交流阻抗 $Z_L = \omega L$ ，其中 $\omega = 2\pi f$ 。对于上升时间为 t_r 的脉冲，高频点 $f_n \approx 0.35/t_r$ 。由此可见，电感大小的选择与输入脉冲的上升时间有关。另外，由于 R_2 、 L 及分布电容 C_s 组成一个RLC电路，则最佳电感的大小应使系数 $K = \frac{1}{2R_2} \sqrt{L/C_s}$ 接近于1。

由上面分析可得隧道二极管甄别电路的设计步骤：首先测出隧道二极管特性曲线，则可以得到隧道二极管各种参数 I_P 、 I_V 、 V_P 、 V_V 、 V_f 及 C_V （通常厂家给出）。其次，由 t_r 计算 ω ，选取 L ，使 Z_L 足够大以满足隧道二极管交流负载阻抗的要求，但又要尽量小，以减小有关时间常数。最后， R_2 的选取要使隧道二极管有一个合适的静态工作点，同时要使 K 值为适当值。

理论估计只是一个范围。最佳的 L 值及 R_2 值要在试验中获得。对于2ES型隧道二极管（其参数范围： $I_P = 15-18\text{mA}$ ， $I_V = 1-2\text{mA}$ ， $C_V = 2-5\text{pF}$ ， $V_P = 100-160\text{mV}$ ， $V_V = 500-650$

mV, $V_F=1000-1200\text{mV}$), t_r 均为 1.3ns 时, 得到 R_2 为 8.2Ω , L 为直径 3mm 三圈(用 50 号漆包线在 $1/4\text{ W}$ 电阻上绕成)。

2. 倒相放大级和快计数电路

快速计数器如 100MHz 计数器, 其双脉冲分辨时间通常为 10ns 左右。为了使计数系统的分辨时间达到 3ns , 则应减小分辨时间四倍左右。为此, 快甄别输出先经过两级 $\div 2$ 电路, 再到快计数器。第一级 $\div 2$ 电路由最高重复频率大于 300MHz 的 D 触发器 E1670(C) 组成。为了与 E1670 配合, 隧道二极管输出要经过倒相放大, 其电路示于图 2。图 2 中, 倒相放大级是一个由 $f_T > 2\text{GHz}$ 的超高频晶体管 3DG44C 构成的单管负反馈倒相放大电路。快甄别级输出脉冲幅度由 $(V_F - V_A)$ 、匹配及误差决定, 最小约 400mV 。而 E1670 的触发幅度由 E_7 及高态电平决定, 通常大于 800mV 。所以放大级放大倍数应略大于 2。最后调试结果如图 3 所示。

在 E1670 的 $\div 2$ 电路后面又经过一级 $\div 2$ 电路。这是一个由双 D 触发器 E10131 构成的 $\div 2$ 电路。E10131 的计数能力大于 200MHz 。E10131 的另一半用作成形电路, 输出 10ns 宽度的负脉冲。最后经过一个射极输出器, 以适应下级 100MHz 计数器的要求。设计电路如图 2 所示。

3. 快甄别-快计数系统电路的工作波形。

图 4 是系统的工作波形。图 4(a) 为输入波形 v_i 、隧道二极管甄别器输出波形 $v_{T,D}$ 及倒相放大级输出波形 v_7 。图 4(b) 表明 $\div 2$ 电路工作原理。 v_7 经 E1670 $\div 2$ 电路后减少一半成 v_3 (E1670), v_3 (E1670) 经 E10131 $\div 2$ 电路后又减少一半成为 v_3 (E10131)。 v_3 (E10131) 再经过成形级成为宽度 10ns 、幅度 1 V 的 v_{15} 。

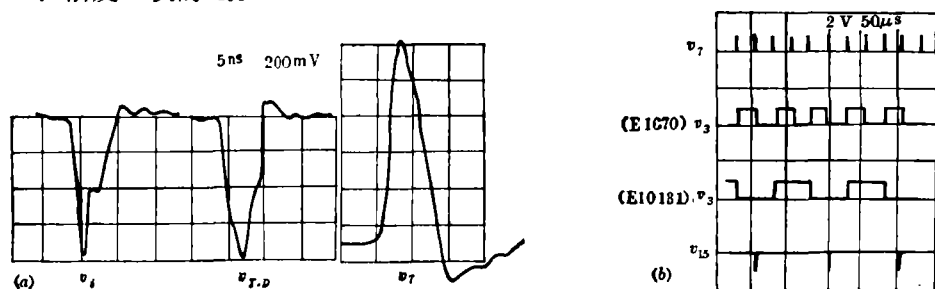


图4 (a)工作波形 (b)除2电路工作原理

四、性能

快甄别-快计数系统主要性能有两个, 一个是双脉冲分辨时间, 另一个是甄别范围。

双脉冲分辨时间测量时的双脉冲来自快脉冲发生装置。可用取样示波器观察快甄别输出波形 $v_{T,D}$ 或观察计数的突然变化来测量双脉冲分辨时间。图 5 是双脉冲分辨时间测量波形。

从图 5 可见, 输入双脉冲 V_i 间隔为 2.8ns 时甄别器完全能分开两个脉冲; 当输入双脉冲间隔为 2.2ns 时, 甄别器处于临界状态, 不能完全

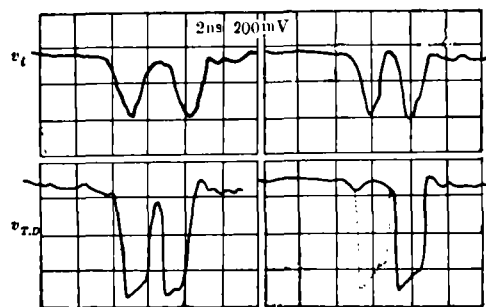


图5 双脉冲分辨时间测量波形

分开两个脉冲。对于六个隧道二极管测试表明,分辨时间为2.2ns至2.8ns。可见系统的双脉冲分辨时间小于3ns。

快甄别-快计数系统的甄别范围由改变 $-V_T$ 测量。对于不同的 $-V_T$, 调节输入脉冲幅度, 使系统处于临界触发状态, 测下相应输入脉冲幅度, 则可得甄别范围。测得甄别范围为10mV至400mV。

整个系统的电源为: -5.2V , 160mA; $+5\text{V}$, 70mA; $-V_T(0-0.7\text{V})$, 18mA。

参 考 文 献

- [1] EG&G ORTEC, Instruments for research and applied sciences, 1983, p.80.
- [2] 国营八七一厂, ECL超高速数字集成电路说明书, 1983.
- [3] B. Turko, *IEEE Tran. Nucl. Sci.*, NS-27, 1, 399 (1980).
- [4] B. Turko and C. C. Lo, *IEEE Tran. Nucl. Sci.*, NS-29, 1, 582 (1982).
- [5] 汤世贤, 微波测量, 国防工业出版社, 1981年, 第358页.

(1984年11月7日收到)

论文摘要

奶牛早妊通讯奶样放免诊断

关键词: 通讯奶样 放射免疫 奶牛 早期妊娠 诊断 固体样品 配种

放射免疫测定奶中孕酮来诊断奶牛早期妊娠, 目前国内外的方法都是送奶汁样品到实验室分析测定其孕酮含量。由于我国奶牛饲养比较分散, 这给采样、样品保存都带来困难。本文研制了以特定滤纸为载体, 把牛奶液体样品转变成牛奶固体干燥样品, 这种样品可以在常温下塑料袋中保存, 用信封邮寄实验室。并应用牛奶干燥样品的放射免疫分析法测定牛奶中孕酮, 实现奶牛早期妊娠通讯奶样的放射免疫诊断。

应用这一方法在浙江省13个县的18个采样点, 对215头奶牛分别采集配种后第19天和第23天两个样品, 分析其孕酮含量。我们的诊断标准是: 一头牛只要有一个样品的孕酮含量 $\leq 5\text{ng/ml}$ 为未孕; 两个样品的孕酮含量都 $\geq 11\text{ng/ml}$ 为妊娠, 二者之间为可疑。诊断结果: 131头妊娠, 73头未孕, 11头可疑。然后在配种三个月后直肠检查核对, 其妊娠和未孕准确率分别为89.2%和97.6%。这一结果与 G. F. smith 等的结果相一致。

对诊断为妊娠的牛, 再采配种后第44天的样品, 复诊有无胚胎。通过91头奶牛的诊断, 其中有胎的牛74头, 无胎的牛7头, 可疑牛10头。然后在配种后三个月直肠检查核对, 有胎的71头, 无胎7头, 10头可疑, 有胎和无胎准确率分别为96.3%和100%。这种方法的准确率都比诊断早期妊娠的高, 一方面可及早发现胚胎早期死亡, 作好再配避免空怀; 另一方面可减少假阳性, 提高妊娠准确率。

以上结果表明: 从牛奶固体干燥奶样的放射免疫分析测定奶中孕酮含量来诊断奶牛早期妊娠是可行的, 它将提供最新仪器设备和放射免疫分析技术, 为广大农村的奶牛专业户和畜牧兽医工作者服务。

(浙江农业大学原子核农学研究所 吴美文)

**The advance in the research on the effective dose equivalent
—the problem of HE evaluation on X,
 γ ray external irradiation**

Zhu Jialong

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Academia Sinica)

Keywords: effective dose equivalent deep dose equivalent index
phantom external irradiation personal dosimetry
dose equivalent evaluation

**A fast discrimination-fast counting system
with resolving time 3ns**

Lou Binqiao

(Beijing University)

This paper describes the design and results of a fast discrimination-fast counting system. The fast discriminator consists of a high speed GaAs tunnel diode, the fast counting circuit consists of some ECL super high speed D triggers. The resolving time of the system is less than 3ns, the range of discrimination threshold is 10mV—400mV.

Keywords: photon counting system double pulse resolving time
negative resistance D trigger

A liquid steel level monitor

Lj Meiqin Guo Hua Chen Zhuangfu

(Beijing Nuclear Instrument Factory)

Yuan Lutian

(Institute of Atomic Energy, Academia Sinica)

This paper describes the composition, features and major specifications of a liquid steel level monitor used in continuous casting, as well as the design and the measuring method of a nonuniform linear radioisotope source which is used together with the instrument. The instrument features a month by month compensation for the decay of the radioisotope source and a zero output while the liquid steel level is high. The measuring range is about 100mm with the repeatability being $\pm 2\%$ of the whole