

高重复频率触发模式皮秒扫描相机*

郭宝平 B. Cunin 牛憨笨

(深圳大学光电子学研究所,广东省光电子器件与系统重点实验室,光电子器件与系统教育部重点实验室,深圳)

摘要 讨论了高重复频率扫描电路的研制,利用此扫描电路研制了扫描相机,使用掺钛兰宝石激光器进行了时间分辨率的标定,使用半导体激光器作为光源进行了脉冲宽度的测试. 最高工作频率为:1 MHz,时间分辨率为:1.8 ps.

关键词 高重复频率;扫描相机;MOS 晶体管扫描电路

中图分类号 TN789.1 TN247 **文献标识码** A

0 引言

变像管高速摄影机特别是同步扫描相机在光生物学的研究工作中有着广泛的应用^[1],人们利用皮秒同步扫描相机对被测物体发出的微弱荧光脉冲进行重复叠加测量. 但随着研究领域的扩展,被测现象发光时间长短不同;新的低重复频率激光器的应用,对皮秒扫描相机提出了新的要求,它要求新的扫描相机应具有高的扫描工作频率、高的时间分辨率、可调的扫描速度,利用正弦波作为同步变像管偏转板驱动波形的同步扫描相机^[2]不能完全满足这些要求. 本文讨论了高重复频率扫描电路,它的最高重复频率为1 MHz,脉冲前沿为2 ns,使用这种扫描电路研制的扫描相机其时间分辨率为2.7 ps.

1 高重复频率扫描电路原理

高重复频率扫描电路既不同于 RF 放大电路也不同于单次扫描电路^[3],它需要高电压、大功率和超快速晶体管作为开关器件. 高速晶体管的电损耗随着其工作频率的改变而变化,也需要一个能提供足够功率的高压源. 由于变像管偏转系统对称性的要求^[3],驱动变像管偏转板的电脉冲为双极性脉冲,图1所示电路即为高频双极性脉冲产生电路. 在负高压端 MOS 管 Q2 的漏极浮于负高压上,因此它的栅极驱动电路也是浮于负高压上,这里栅极驱动电路电源使用带有变压器的 DC/DC 变换器产生,为了参数和电路输出波形的一致,在正高压端同样使用带有变压器的 DC/DC 变换器产生栅极驱动电路电源. 而用一个脉冲变压器对触发脉冲进行电平变换. D1、D2 为 MOS 晶体管栅极保护二极管.

DMOS 晶体管作为快速开关器件,触发脉冲经

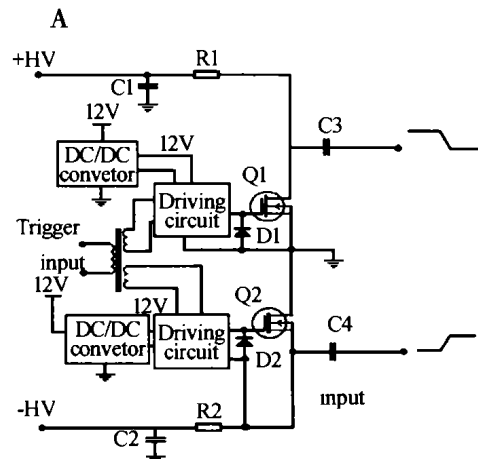
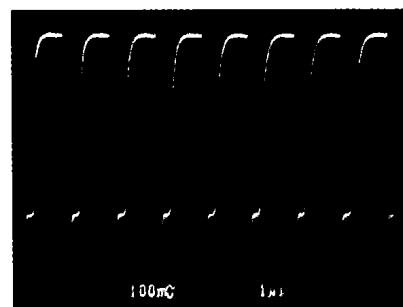


图1 高重复频率扫描电路原理

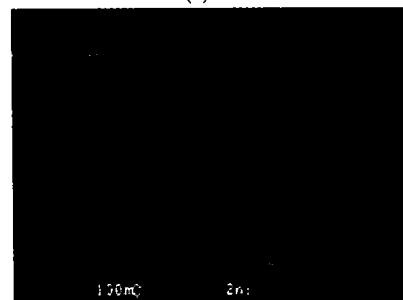
Fig. 1 The principle configuration of the sweep circuit

驱动电路的整形处理用于控制 DMOS 晶体管的开与断,由于 DMOS 晶体管具有较大的栅极电容,因此栅极驱动电路必须能提供足够的驱动电流,即可得到具有快速前沿的斜坡脉冲.

图2所示为此电路的输出波形,测试时使用的衰减探头为 TEK 公司生产的高阻探头,它的衰减倍



(a)



(b)

图2 高重复频率斜坡脉冲波形图

Fig. 2 Shows the ramp wave generated by new circuit

率为 1000 倍,带宽为 100 MHz. 从图中可看出此电路输出脉冲的重复频率为 1 MHz,脉冲幅值为 500 V,上升时间为 2 ns.

2 扫描电路在变像管相机中的应用

2.1 扫速和时间分辨率标定

由本文所述的扫描电路组装的触发模式条纹相机,利用掺钛兰宝石激光器作为被测光源,掺钛兰宝石激光器输出光脉冲半宽为 100 fs、重复频率 82 MHz、波长 750 nm.

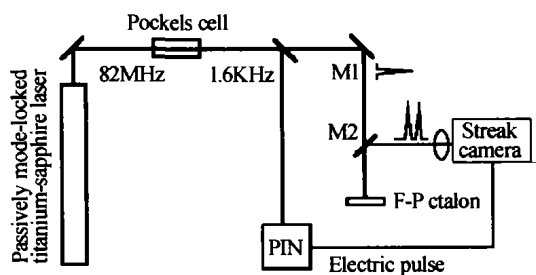


图 3 激光脉冲测量原理
Fig. 3 The principle configuration of laser pulse test

82 MHz激光脉冲串,经过普克尔盒输出 1.66 KHz 的激光脉冲串,这一脉冲串分为二部分,一部分为被测激光,而另一部分为触发光,在这一情况下触发扫描电路的触发脉冲直接由激光产生. 图 4 所示使用 CCD 相机在变像管荧光屏上得到的扫描曲线二个脉冲之间的间隔为 66.67 ps,在图上每一个点对应于 CCD 相机的一个通道. 根据二脉冲之间的时间间隔可计算出扫描电路的扫速为 5.1×10^9 cm/s,以荧光屏上扫程 30 mm 计,扫全程时间为 600 ps,所得二个脉冲宽度一为 1.8 ps,一为 2.7 ps. 在标定扫描相机时取最宽脉冲为相机的时间分辨,因此,扫描相机的时间分辨率为 2.7 ps. 扫描相机工作在重复触发模式下,在变像管荧光屏上得到的图像是变像管对飞秒激光脉冲多次扫描叠加的结果,因此从图 4 中不但能确定相机的时间分辨率和扫速,而且也说明该扫描电路的触发晃动可以忽略,因为此类变像管在单次扫描工作状态下的时间分辨率为优于 2 ps,从图 4 中第一个脉冲宽度来看,脉冲半宽小于 2 ps,这是多个脉冲叠加的结果,因此扫描电路的晃动在亚 ps 量级. 高重复频率扫描电路的触发晃动小于单次扫描电路的触发晃动,其原因因为在连续工作模式下触发脉冲的前沿和幅值的稳定性优于单脉冲.

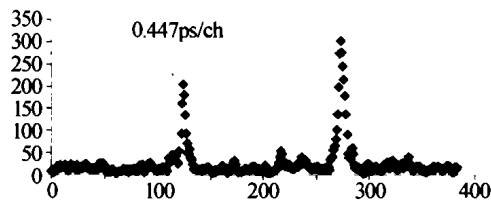


图 4 高重复频率扫描测量结果(1.66 kHz)
Fig. 4 Shows laser pulse intensity profile triggering by Laser pulse (1.66 kHz)

2.2 激光脉冲测量

利用高重复频率触发模式扫描相机对重复频率为 1 MHz 的激光脉冲进行了测量,光源使用的是半导体激光器产生的脉宽为 50 ps,频率为 1 MHz 的光脉冲,测试结果如图 5.

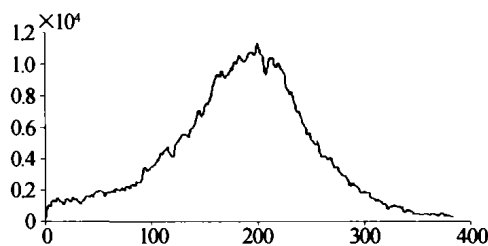


图 5 半导体激光脉冲测量结果
Fig. 5 Diode Laser pulse intensity profile 0.456 ps/ch
FWHM = 50 ps(1 MHz)

3 结论

以上的结果表面所研制的高重复频率触发模式扫描相机具有比单次皮秒扫描相机更为优越的性能,最高扫速 5.1×10^9 mm/s,扫全程时间为 600 ps,扫描相机的时间分辨率为 2.7 ps.

参考文献

- 1 屈军乐,牛憨笨,郭宝平. 荧光寿命成像显微技术及应用. 光子学报,1997,26(9):809~817
Qu J L, Niu K B, Guo B P. *Acta Photonica Sinica*, 1997, 26(9):809~817
- 2 Niu H, Zhang H, Wang X H, et al. A new picosecond synchroscan streak image tube. *Proc SPIE*1988,1032:468~470
- 3 郭宝平,牛憨笨. 高压超快速三角波脉冲的产生. 光子学报,2001,30(1):67~70
Guo B P, Niu K B. *Acta Photonica Sinica*, 2001, 30(1):67~70

High Repetition Rate Trigger Mode Streak Camera

Guo Baoping ,B. Cunin ,Niu Hanben

Institute of Optoelectronics of Shenzhen University ,

Received date:2004-01-07

Abstract The high repetition rate sweep circuit and the high repetition rate trigger mode streak camera are reviewed. The streak camera is working under trigger mode. A passively mode-locked titanium-sapphire laser generates light pulse (FWHM = 100fs, wavelength = 750 nm) at a repetition rate of 82 MHz. The 82 MHz laser beam pass through pockels cell which working at 1.6 KHz repetition rate. The 1.6 KHz laser beam was generated. This beam was divided into two parts. One part was as tested laser and other was as trigger laser. In this case the top repetition rate is 1 MHz and the temporal resolution of the system is 2.7 ps.

Keywords The high repetition rate sweep circuit; Streak camera; MOS transistor sweep circuit



Guo Baoping Professor, he received the B. S. Degree in Automatic control Department of Xi'an University of Technology, in 1982. Then he was a teaching assistant in the same University. He received his M. S. Degree in Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, Chinese Academy of Sciences, in 1990. Then he worked in the same Institute. Now he work in Institute of Optronics of Shenzhen University. His fields of research are ultra-fast circuit, streak camera and framing camera.