

文章编号: 1001-3806(2012)06-0731-04

高重频可调小型高功率半导体激光电源研究

张延超 孙兰君 付石友 刘立宝 田兆硕*

(哈尔滨工业大学(威海) 信息光子研究所 威海 264209)

摘要: 为了获得高功率、高重频半导体激光脉冲,设计了一种体积小、重量轻、造价低的纳米级大功率半导体激光器驱动电源。采用改进的单稳态触发器产生窄脉冲,经放大后驱动快速开关 MOSFET 获得大电流窄脉冲;电源脉冲电流驱动能力 0A~80A,脉冲上升时间 2.8ns,下降时间 3.8ns,脉冲宽度 5ns~500ns 范围内可调,最小 5.2ns,重复频率可达 200kHz。用该电源实验测试了激光波长为 905nm 的半导体激光器,在重复频率为 10kHz 时,激光脉冲峰值功率达到 70W 以上。结果表明,采用窄脉冲驱动 MOSFET 可以得到高重复频率 10ns 以内的大电流窄脉冲,可以驱动大功率半导体激光器,若驱动 100A 以上的激光器需进一步研究。

关键词: 激光技术; 激光器; 半导体激光电源; MOSFET 开关; 窄脉冲; 脉宽宽度可调; 高重复频率

中图分类号: TN86

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1001-3806.2012.06.005

Research on adjustable high power high pulse-repetition-frequency compact LD power supply

ZHANG Yan-chao, SUN Lan-jun, FU Shi-you, LIU Li-bao, TIAN Zhao-shuo

(Information Optoelectronics Research Institute, Harbin Institute of Technology at Weihai, Weihai 264209, China)

Abstract: In order to obtain high power and high pulse-repetition-frequency (PRF) laser pulse, a nanosecond nanosecond-level laser diode driver with advantages of small size, light weight and low cost was designed. The narrow pulse, which was generated by an improved mono-stable circuit, was amplified to high current narrow pulse to drive metal-oxide-semiconductor field-effect-transistor (MOSFET) switch for narrow pulse of high current. The output current of the driver was 0A~80A; the rise time of the pulse was 2.8ns; the fall time was 3.8ns; the pulse width can be adjusted between 5ns and 500ns; the narrowest with the minimal pulse width can be of 5.2ns; and the PRF pulse repetition frequency was up to 200kHz. When this power supply was used for a 905nm laser diode, its peak laser power was up to 70W at PRF of 10kHz. The results show that the narrow pulse can be used to drive MOSFET to obtain 10ns or narrower pulse with high PRF and current, and this driver can completely meet the demand for driving high power laser diode. Further research is necessary for 100A or higher drive current.

Key words: laser technique; lasers; laser diode power supply; MOSFET switch; narrow pulse; pulse-width-tunable; high pulse-repetition-frequency

引言

随着半导体激光器技术的发展,脉冲半导体激光在激光通信、激光雷达成像、生物医疗、激光测距、光信息存储、全固态激光抽运源等领域得到了广泛应用^[1-6]。在激光雷达等应用中,为了达到较高距离分辨率和实现远距离探测,对激光脉冲宽度(纳秒量级)和峰值功率提出了较高的要求^[7-8]。而激光脉冲波形取

决于激光电源驱动。目前,采用雪崩晶体管、大功率场效应管(metal-oxide-semiconductor field-effect-transistor, MOSFET)、氢气闸流管、绝缘栅双极晶体管和阶跃恢复二极管等均可获得低抖动、短上升沿时间的纳秒级大电流脉冲^[8-9],也可采用雪崩晶体管或雪崩晶体管阵列来获得较大的电流^[2,4,8,10]。但是实际设计需要考虑脉冲的同步性,否则易产生脉冲宽度增宽等问题。由于这种工作方式需要较高的雪崩电压,晶体管工作在极限状态,重复频率受到限制,且电路设计复杂,技术难度相对较大,从而限制了其在激光雷达上的广泛应用。

由于 MOSFET 具有电流大、耐压值高、导通速率快、漏源电阻小、效率高等优点,已广泛应用于开关电源、激光电源等领域。MOSFET 本身的上升沿和下

基金项目: 山东省科技发展计划资助项目 (2009GG10005006)

作者简介: 张延超(1983-),男,博士研究生,主要研究工作是红外激光技术及应用。

* 通讯联系人。E-mail: tianzhaoshuo@126.com

收稿日期: 2012-03-23; 收到修改稿日期: 2012-04-23

D_1 —GND。当 MOSFET 栅源极之间加上窄脉冲信号时,场效应管导通,由于 R_1 较大,流过 MOSFET 的电流较小,且对激光器无影响,故可暂时不考虑,此时电容 C 处于放电阶段,电流流向为 C —(MOSFET)—LD— R_2 — C 。在放电的时候会有一个幅值较高反向脉冲电压,可能会损坏激光器,因此在 LD 两端反向并联一个肖特基二极管 D_3 ,可以吸收这部分能量从而保护 LD 安全。通过检测 R_2 (多个电阻并联而成) 上的电压可以检测流过激光器的电流,同时起到限流的作用。

当场效应管无驱动信号时,场效应管的 DS 极间电压为 HV,电流为 0;当有一脉冲触发信号时,流过场效应管的电流为:

$$i_d = i_1 + i_2 \tag{1}$$

式中 i_1 为从 HV 经 R_1 流过场效应管的电流, i_2 为从电容左端流过 MOSFET 及 LD 的电流,因此 R_1 取值不能太小, i_d 不能超过场效应管允许的最大电流。MOSFET 关断后由 HV 通过 R_1 给 C 充电。通过调节 HV 的电压大小可以调节流过激光器的电流从而调节激光功率。HV 的电压调节范围从 0V ~ 100V 可调,电流调节范围为 0A ~ 80A,可满足大功率激光器的驱动能力,电源脉冲宽度受 MOSFET 栅极驱动信号宽度控制,电容 C 较大,起到低内阻高压电源的作用,不宜工作在脉冲宽度较宽,重复频率较高的情况。

2 电源测试实验结果

2.1 窄脉冲产生电路测试结果

实验中输入的 4 个与非门连接电路如图 2 所示,在工作电压为 5V 的情况下,通过带宽为 100MHz,采样率为 1GHz 的 Rigol DS1102 示波器观察波形。图 5a 为驱动信号波形图,其脉冲宽度为 7ns。调节滑动

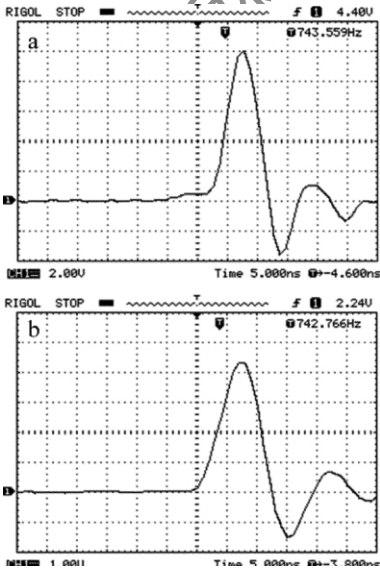


Fig. 5 Waveform of the pulse

a—waveform of the narrow pulse b—waveform of the driver signal

变阻器可连续调节脉冲宽度,调节范围为 5ns ~ 500ns,脉冲宽度 7ns 左右时,脉冲上升时间 4ns 左右,下降时间 4ns 左右,完全满足窄脉冲信号源的要求,电路具有工作稳定,抗干扰能力强等优点。图 5b 为实验中获得的窄脉冲输出波形图。

2.2 MOSFET 驱动器测试波形

实验研究发现,MOSFET 驱动器工作在 12V 的电源电压下即可正常驱动场效应管,通过调试匹配,电路可正常工作,在场效应管的栅源之间的驱动信号如图 5b 所示,脉冲重复频率为 10kHz,脉冲宽度为 8ns 左右,驱动信号幅值 10V,场效应管可完全导通。

2.3 电源驱动激光器测试结果

实验中采用激光波长为 905nm 的半导体激光器,型号为 SPLPL90_3,调节 HV 的大小使激光器工作在极限参量以内,通过示波器观察激光器两端的电压,如图 6a 所示,电压峰值为 60V 左右,脉冲宽度为 5ns 左右。0.1Ω 电阻两端的电压波形如图 6b 所示,电压为 5V 左右,则激光器的电流大约为 50A,激光峰值功率在 70W 左右,完全可以满足成像激光雷达的要求。

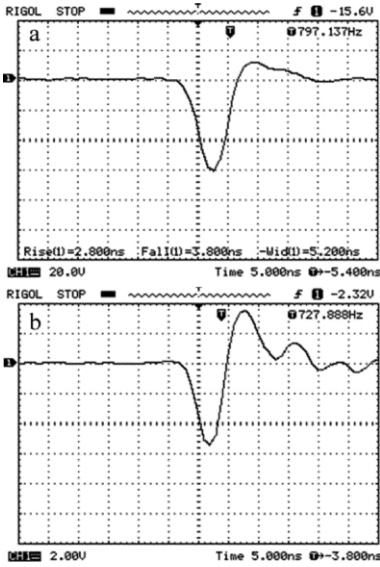


Fig. 6 Voltage and circuit waveform of the LD

a—voltage waveform between LD b—circuit waveform of the LD

3 结 论

研究并设计了纳秒级大功率半导体激光器驱动电源,脉冲宽度在 5ns ~ 500ns 范围内可调,脉冲上升时间 2.8ns,下降时间 3.8ns,脉冲宽度最窄达 5.2ns,脉冲电流驱动能力为 0A ~ 80A,在脉冲宽度 10ns 时,重复频率可达 200kHz。采用 905nm 半导体激光器,在重复频率 10kHz 的情况下测试了激光器参量。脉冲宽度在 5ns 左右,脉冲峰值电流为 55A,激光器两端电压 60V 左右,激光脉冲峰值功率可达 70W 以上。电源驱

动电流能力可达 80 A ,可以驱动 100 W 以上的激光器 ,同时电源具有体积小、重量轻、造价低的优点 ,可以广泛应用在激光雷达、激光测距、生物医疗等领域。

参 考 文 献

- [1] YANKOV P , TODOROV D. A high power high frequency laser diodes driver [C] // 27th International Spring Seminar on Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress , 2004 , Bankya , Bulgaria. Piscataway , N J , USA: IEEE 2004: 451-452.
- [2] ZHANG H M , LIU X S , LU X Y , *et al.* Design of laser diode driver with high peak current and narrow pulse width [J]. Semiconductor Optoelectronics , 2009 , 30(2) : 313-315 (in Chinese) .
- [3] NI X P , YU Z Q , HUANG Y , *et al.* Design of driver circuit for high speed of nanosecond pulsed diode laser driver [J]. Guangxi Communication Technology 2010(4) : 39-42 (in Chinese) .
- [4] CHEN W , CAI X P , LI W , *et al.* Design of semiconductor laser pulse driver based on avalanche transistors [J]. OEM Information , 2010 , 27(2) : 32-35 (in Chinese) .
- [5] MING Q , MEI X L , LI C Q. Design of driver circuit for wide range continuous and pulse LD [J]. Electronic Design Engineering , 2010 , 18(6) : 183-185 (in Chinese) .
- [6] YAN B. Analysis of pulsed laser diode driver circuit [J]. Optics & Optoelectronic Technology 2008 , 6(4) : 1-3 (in Chinese) .
- [7] SUN D G , TANG H F. Study on the PWM driver circuit of LD for laser fuze [J]. Laser Technology 2007 , 31(2) : 217-219 (in Chinese) .
- [8] LIU X Sh , LIN J L , ZHANG H M , *et al.* The study of nanosecond pulsed diode laser driver [J]. Laser Technology 2006 , 30(4) : 445-448 (in Chinese) .
- [9] ZHANG S Q , LOU Q H , ZHOU J , *et al.* Design of drive circuit for continuously adjustable ns pulse LD [J]. Laser Technology , 2008 , 32(4) : 396-398 (in Chinese) .
- [10] ZHU N , LIN J L , WANG G J , *et al.* Application of avalanche transistors in nanosecond pulse driver [J]. Optoelectronic Technology & Information , 2005 , 18(6) : 29-32 (in Chinese) .
- [11] CHEN W , MIAO Q M , SUN F , *et al.* Design of high current narrow width pulsed power supply of laser diode [J]. High Power Laser and Particle Beams 2010 , 22(6) : 1223-1228 (in Chinese) .

版权所有 © 《激光技术》编辑部