

一种小型二极管泵浦固体激光测距仪的发射和接收电路

王英¹, 张敏明², 邓国华³

- 1. 华中科技大学光电子工程系, 武汉 430074;
- 2. 湖北职业技术学院, 武汉 430074

摘要: 本文讨论了小型二极管泵浦固体激光测距仪系统的电路组成, 重点研究了二极管激光驱动电源的结构和组成、雪崩光电二极管及放大电路的结构。本文研究的激光驱动器, 在采用 2W 激光二极管作为泵浦源时, 可以输出脉冲宽度 200μs - 2ms, 峰值电流 2 安培的电流; 雪崩光电二极管在 195V 偏压情况下, 可以达到最佳接收效果。

关键词: 小型化; LD 脉冲驱动; APD 高压产生。

中图分类号: TN248.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2743(2006)03-0065-02

The laser driver and receiver circuit for diode pumped solid state laser mini-rangefinder

WANG Ying, ZHANG Min-ming, DENG Guo-hua

- 1. Optical Engineering Department of Huazhong Univ. of Sci. & Tech., Wuhan 430074, China;
- 2. Hubei Professional Institute of Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: We discussed the electronic circuit of the Laser rangefinder. The structure of the Laser diode driver and the Si-Avalanche Photodiode receiver circuit is mainly analyzed. As the pumping source of a 2W diode Laser, the output of the driver is 200μs - 2ms in pulse width and 2A in peak current. When the reverse bias voltage of the APD is 195V, the optimal receive has been reached.

Key words: miniaturization; Laser diode pulse driver; high reverse voltage generate for APD.

上世纪七十年代, YAG 激光器技术日趋成熟并开始大量应用于激光测距雷达, 上世纪八十年代, 采用 YAG 激光器的远程、中程、近程的激光测距雷达如: 卫星跟踪激光雷达、坦克、炮队激光雷达、大地测量雷达已经被广泛的应用。上世纪八十年代半导体激光二极管(LD)技术日趋成熟, 开始应用于中、短程测距雷达^[1], 但是半导体激光二极管作为激光测距仪的发射源, 由于单管发射功率、光源的光束形状及脉冲宽度等限制, 存在作用距离短和测距精度不够好的问题。到上世纪九十年代, 二极管泵浦的固体激光器出现后, 以高效率、高光束质量、紧凑、体积小而逐渐取代闪光灯泵浦的固体 YAG 激光器, 在激光测距领域应用越来越多, 尤其在小型激光测距仪中, 采用端面泵浦、被动调 Q 技术, 可以实现更窄的激光脉冲输出, 更以小体积、高效率、高精度而表现出优势。

1 系统组成

小型激光测距仪系统主要由五部分组成:

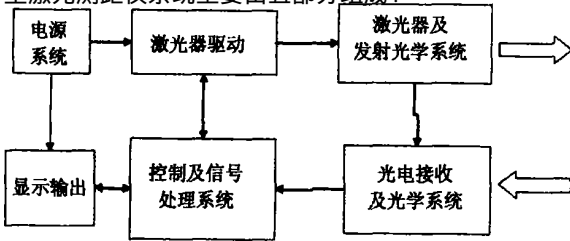


图1 激光测距仪系统组成

发射系统: 高功率窄脉宽脉冲激光器(二极管泵浦自调 Q 激光器)、驱动电源和红外发射光学系统;

接收机: 高灵敏度低噪声红外光电雪崩二极管、接收、放大电路、滤光片和红外接收光学系统;

控制及信号处理系统: 由中央控制器(cpu)、信号处理和距离测量(FPGA)、LCD 显示器组成;

电源模块: 由逻辑电路控制的稳压供电电源;

另外, 还有光学瞄准镜。

二极管泵浦自调 Q 激光器发射出的纳秒量级的激光脉冲, 通过光学系统压缩发散角后发射, 同时还有一小部分作为主波参考信号接收; 在激光发射的方向上, 一定距离内的物体受到激光的照射会发生反射或散射, 经过目标反射或散射的光会被接收光学系统接收, 并由雪崩光电管和前置放大器组成的接收器作为目标回波信号接收, 信号处理系统通过计数和一定的算法, 获得主波和目标回波之间的较精确的到达时间差, 从而得到目标距离输出。

$$L = c \cdot t$$

本测距系统采用微处理器(MCU)作为系统管理, 由于采用容量有限的电池供电, 为了保证后继电路的电压稳定, 采用开关电源技术将 3 - 6V 的电压变成 5V 和 195V 的稳定

输出, 分别用于二极管驱动和 APD 管的反相电压。

激光测距仪电路系统:

电路系统主要包括: 电源电路、升压电路、激光二极管脉冲放电电路、信号接收电路、FPGA 计数单元、控制操作显示终端电路。

电源电路: 供电电池和 DC - DC 稳压电路, 主要功能是系统供电。

升压电路: 将系统工作的低压电转换成 196 伏的高电压, 给 APD 提供最佳工作反向电压。激光二极管脉冲放电电路: 产生驱动泵浦二极管激光器所需要的电源脉冲。

信号接收电路: 包括两个通道, 一个通道采用 PIN 光电接收管, 直接接收调 Q 脉冲的激光输出作为主波参考信号; 另一个主通道采用高增益雪崩光电管(APD), 接收从目标返回的激光脉冲信号作为回波信号。

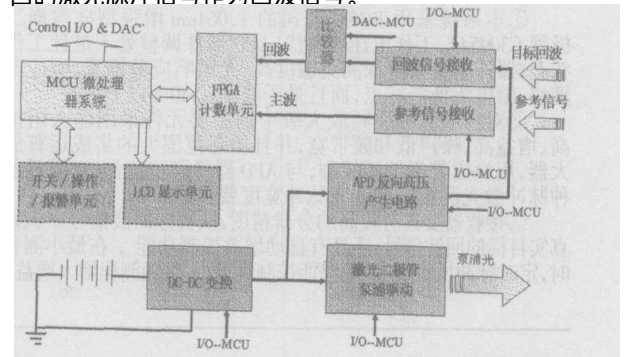


图2 激光测距仪电路功能模块结构

FPGA 计数单元: 接收系统接收的主波和回波信号, 通过 FPGA 计数单元计算出参考信号与回波信号之间的到达时间差。

控制操作显示终端电路: MCU 微处理器系统负责协调系统工作的时序、系统整体控制; 操作显示电路完成系统报警、条件设定、显示输出。

2 发射系统

本系统发射源采用的是二极管泵浦自调 Q 的固体激光器, 实现高峰值功率激光输出, 波长 1.06μm。由 2W LD 泵浦源发射的 808nm 二极管激光, 通过整形光学系统得到平行光, 聚焦进入激光晶体泵浦 Nd: YAG, 产生的固体激光在通过调 Q 晶体和输出耦合镜后产生调 Q 输出窄脉冲激光; 该束激光通过准直镜、反射棱镜(对红外高反, 对可见光透)和物镜, 成为准直后的激光束出射。

泵浦系统采用的是 2 瓦 808 纳米二极管激光器, 系统单点工作。

该半导体激光器的驱动主要由开关稳压电源、脉冲输出电路两部分组成。本电源具有以下主要特点: 输出电流峰值 2A; 脉冲输出方式: 本仪器的二极管激光器的驱动部分采用电容储能放电电路, 实现脉冲输出。具体方案如图 3。

收稿日期: 2005 - 04 - 05

基金项目: 本项目得到台湾仕软科技支持。

3 接收系统

目标反射的回波信号,通过接收物镜收集、窄带滤光片和光阑消除杂散背景噪声后,被 Si-APD 接收。

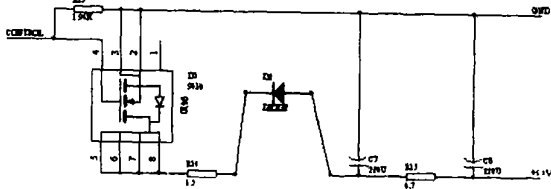


图3 泵浦二极管激光器驱动电路

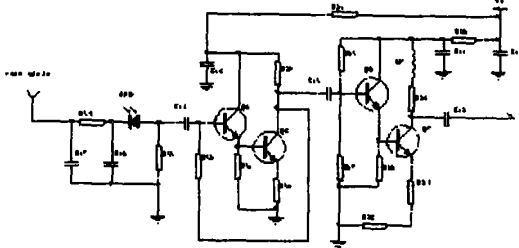


图4 硅雪崩二极管及放大接收电路

APD 器件的负载电阻随测距仪的激光脉冲宽度增宽而提高,接收器带宽随脉冲宽度增宽而下降。且提高值和下降值均成比例:APD 器件在最佳偏压工作状态下,倍增因子 M 达到最佳值时,噪声等效功率最小可探测功率 P_{min} 和灵敏度 S 随仪器的激光脉冲宽度增宽有规律地减小,但信噪比 SNR 变化较小,这说明 APD 器件处于最佳工作状态是决定脉冲激光测距仪的测距稳定性和可靠性的重要条件^[2,3,4]。

本激光测距仪的接收器具有以下特点:

本系统采用 EG&G 公司的 1.064μm 增强型硅雪崩二极管 C30954E,工作电压 195 伏,APD 器件调整处于最佳工作状态,器件本身具有探测灵敏度高、光谱响应范围宽、响应速度快、暗电流低等特点,而且量子效率在 40% 以上;

对前放级和视频放大级中的主要元件采用输入阻抗高、增益高、噪声低和频带宽,并且动态范围大的集成运算放大器,用恒虚警率偏压控制,与 APD 器件同步工作,以满足各种脉冲激光测距仪的激光脉冲宽度要求;

接收器要具有较高的分辨精度,从目标回波信号中识别真实目标的回波信号;还具有自动增益控制功能,在最小测程时,定时脉冲增益(TPG)电路能控制到最小,且随测程增大增益

提高,但最大增益还应保持恒定的虚警率,使 APD 器件始终处于最佳工作状态,接收信噪比和探测灵敏度为最佳值。

APD 管的反相偏压需要近 200V 的电压,升压电路采用开关电源 DC-DC 变换器 BA9700A 高频升压:

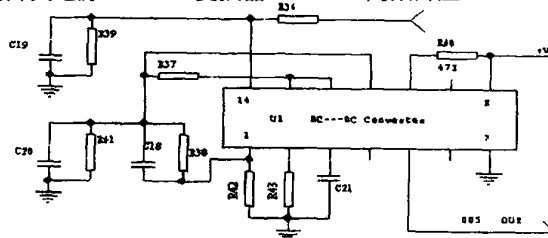


图5 电源压 DC-DC 变换电路

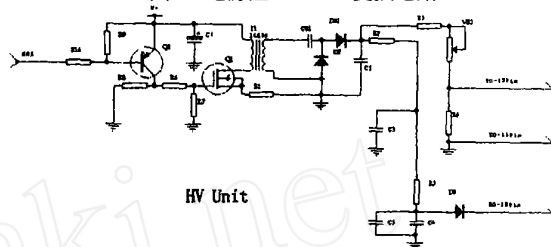


图6 雪崩管偏压高压产生电路

总之,采用本激光二极管驱动电路可以实现峰值电流 2A,脉冲宽度 200μs - 1ms 的驱动电流;在这样的电流驱动下,自调 Q 激光器可以输出峰值功率 1kW,脉冲宽度 5 - 7ns 的脉冲激光。在接收管 APD 的反相偏压 195 伏时,可以达到最佳接收灵敏度。本系统可以在较好的地能能见度下,实现大于 1000 米物体的测距。

参考文献

- [1] 张在宣,郭宁,余向东,吴孝彪.小型低值 LD 激光测距仪的优化设计[J].光子学报,1994,10(2).
- [2] Dunne J G. Automatic noise threshold determining circuit and method for a laser rangefinder [P]. United States Patent 5612772,1997,3,18.
- [3] McIntyre R. Multiplication noise in uniform avalanche diodes [J]. IEEE. Trans. Electron Device,1966,13:164.
- [4] 周稳观,晴天.高精度测距用硅雪崩光电二极管[J].国外激光,1994,7.

激光医学与医学

激光治疗变态反应性鼻炎

刘凤云,宋文欣

(广州军区广州总医院康复理疗科,广州 510010)

变态反应性鼻炎为一常见鼻炎,即通常所指的“过敏性鼻炎”。主要病理变化为鼻粘膜水肿及嗜酸粒细胞浸润。本病症状变化很大,一般发病快,症状消失亦快。鼻痒,打喷嚏,流清水样或粘稠鼻涕,间歇性或持久性鼻塞。鼻粘膜苍白,鼻甲肿大,对血管收缩剂很敏感。

1 一般资料 and 治疗方法

本组共计 54 例,男 28 例,女 26 例,年龄最小 13 岁,最大 58 岁;病程最短半年,最长 18 年。伴有其它变态反应性疾病(如支气管哮喘、荨麻疹、湿疹)者 16 例,有家族史者 11 例。

治疗方法:患者一般要用座位,采用氦-氖激光治疗仪,波长 632.8nm,输出功率 25mW,原光束直接照射双侧鼻腔,每侧照射 5min,每日 1 次,7 天为一疗程。疗程间隔 3~5 天。

2 治疗效果和讨论

根据治疗前后的症状和体征的程度分级为:0 级:无症状及体

征;轻度症状,鼻粘膜轻度水肿;中度症状,鼻粘膜中度水肿;重度症状,鼻粘膜重度水肿。显效:症状体征由 +++ 或 ++ 或 + 或 0,临床症状消失或明显改变,鼻粘膜正常,无苍白水肿,鼻功能正常。有效:症状体征由 +++ 或 ++ 或 + 或 0,临床症状和体征减轻,发作减少。无效:症状体征基本同治疗前,仍时常发作。本组 54 例,治疗 2 个疗程,显效 32 例,占 59.3%;有效 10 例,占 37.0%;无效 2 例,占 3.7%。总有效率 96.3%。

讨论:康复治疗目的是调节中枢神经系统的功能,降低人体的敏感性,加强局部血液循环,促进炎症水肿吸收。氦氖激光属红色光线,对皮肤及粘膜有良好的穿透能力,可以改善血液循环,起到消炎、消肿作用,尤其可以促进无菌性炎症的吸收。可以提高人体免疫功能,增强抵抗力,有一定抑菌作用,在一定程度上有抗感染能力,低功率氦氖激光局部照射具有刺激和调节生理功能作用,刺激一些酶(透明质酸酶、磷脂酶等)的活性,通过刺激局部神经末梢建立良好循环,改善全身代谢和免疫功能等方面的效应而达到治疗目的。