

• 激光物理与激光器件 •

多路 VCSEL 器件高精度恒流老化系统

贺小焕 高志坚 刘 磊 曹军胜

¹中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,长春 130033;

²中国科学技术大学,合肥 230026;

³中国科学院大学,北京 100049

摘 要: 基于 ATLS250MA104D 恒流源模块设计了一款多路 VCSEL 激光器的老化系统,该系统采用了 STM32f103RCT6 作为主控制器,并以 7 寸串口屏作为人机交互的载体,而且通过串口屏完成激光器老化系统的输出电流控制和采样电压显示的目标。实验结果表明:在 0 到 250 mA 的电流输出范围内,实现了实际输出电流与目标输出电流的最大偏差在 0.2 mA 以内,并且 16 路 VCSEL 激光器驱动恒流输出互不影响的目标。

关键词: 激光器老化系统; 控制系统; ARM

中图分类号: TN249 文献标识码: A doi: 10. 14016/j.cnki.jgzz. 2021. 09. 023

High precision constant current aging system for VCSEL devices

HE Xiaohuan ,GAO Zhijian ,LIU Lei ,CAO Junsheng

¹Changchun Institute of Optics ,Fine Mechanics and Physics ,Chinese Academy of Sciences ,ChangChun 130033 ,China;

²University of Science and Technology of China ,Hefei 230026 ,China;

³University of Chinese Academy of Sciences ,Beijing 100049 ,China

Abstract: A set of multi-channels VCSEL laser aging system is designed based on the ATLS250MA104D constant current source module. It adopts STM32f103RCT6 as the main controller. The system also takes the 7 inches serial screen as the carrier of human-computer interaction, and the output current control and sampling voltage display of the laser aging system are achieved through the serial port screen. The experimental results show that the maximum deviation rate between the actual output current and the target output current is within 0.2 mA, and the 16 paths of VCSEL lasers output constant current without affecting each other.

Key words: laser aging system; control system; ARM

1 引言

垂直腔面发射激光器作为一种新型的半导体激光器,广泛应用在消费电子 3D 成像、物联网、数据中心、云计算、自动驾驶等领域^[1-3]。垂直腔面发射激光器由于它能够出射圆形光斑并且易于光纤耦合,同时又有效率高和可靠性好的优点^[4-5]。在未来市场的应用中,有很大潜力会替代传统的边发射型半导体激光器,所以研制出一款 VCSEL 老化系统,通过老化实验用于判断激光器结构设计和生产工艺是否存在缺陷,以及对于预判 VCSEL 激光器的使用寿命都具有

重要意义,同时对于助力新型激光器研制也是非常必要的。

设计的垂直腔面发射激光器老化系统采用了 ATLS250MA104D 恒流模块,该模块具有输出电流精度高、纹波小的优点,并且该模块能够解决传统激光器老化系统发热严重并且易受温度影响的问题。本系统还设计了 16 路激光驱动模块运行控制电路,实现了在恒流源模块的电流输出在 0~250mA 范围内可调。该系统还使用了 TCM-M115 温控模块减小环境温度以及系统热耗对于电流输出精度的影响。同时配置人机交互界面用于对老化系统输出电流和激光器端电压进行实时控制和显示,所以本系统还具有操作方便、使用简单等一系列的优点。

2 驱动器模块

为了能够准确在激光器老化过程中通过电气特

收稿日期: 2021-02-17

基金项目: 吉林省科技发展规划项目(No.20190304120YY)

作者简介: 贺小焕(1995-) 男,硕士研究生,主要从事电路与系统方面的研究。E-mail: hxh@mail.ustc.edu.cn

通讯作者: 高志坚(1970-) 男,工程师,主要从事电路与系统方面的研究。E-mail: 715006798@qq.com

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net
http://www.laserjournal.cn

所以使用了微控制器 SPI 接口,一方面用于控制 DAC8554 输出对应的电压给 ATLS250MA104D 输出电流控制引脚;另一方面用于接收 ADC7490 采样的激光器端电压数据。同时,主控制器还使用了 16 个引脚用于使能激光器驱动。

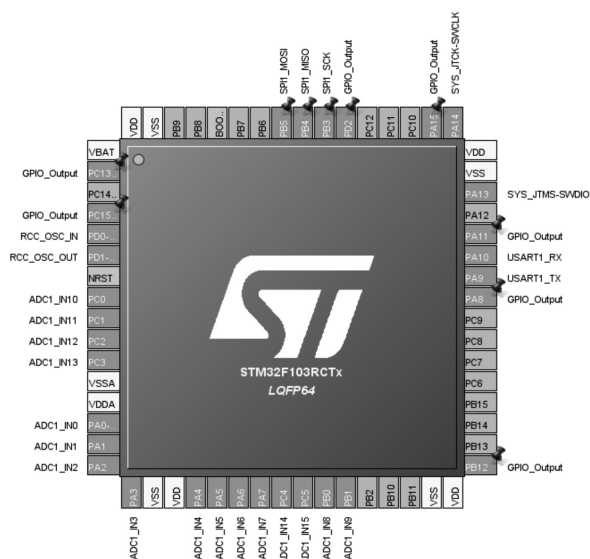


图 4 主控制器示意图

3.3 TEC 温控模块设计

由于 ATLS250MA104D 模块是线性的恒流源模块,该模块在最大电流输出的过程中将会有较大的热功率耗散,而本设计中使用了 16 块恒流源模块,所以系统的全部热耗功率也将会比较大,这不会影响到恒流源输出的精度,而且还会影响到系统的使用寿命。于是,设计了“TEC+热沉+散热风扇”的散热结构。ATLS250MA104D 温度散热模块的结构示意图如图 5 所示。

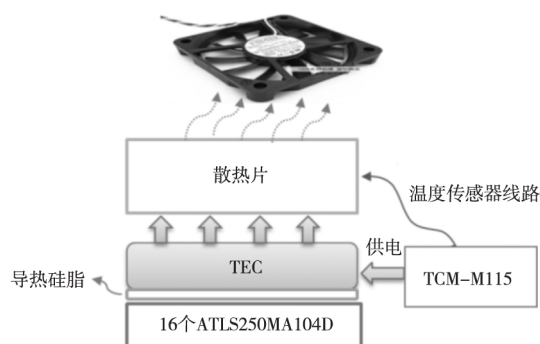


图 5 散热模块

将 TEC 的冷端与半导体激光器连接,TEC 的热端表面涂上一层导热硅脂后与热沉连接,再在热沉的另一端安装风扇进行散热。温度传感器放在靠近激光器和热沉连接的地方,用于对模块温度进行实时监控并反馈给 TCM-M115 进行温度调控。这种模块化的设计体积小、结构紧凑、安装简便,散热效果也十分显著,并且该温控系统可以控制系统的温漂在 0.1°C 范

围内,这很大程度上消除了由于温漂引起的输出电流偏移。

4 软件设计

4.1 串口屏人机交互界面设计

本系统选用了广州大彩串口 7 寸屏作为人机交互界面。串口屏具有指令系统简单,交互速度快,控件修改方便的优点。串口屏人机交互界面如图 6 所示,为了能够实现在串口屏上修改和显示输出电流的大小,系统设计时,在串口屏上放置了 16 个文本控件用于数据输入以及 16 个文本显示控件用于数据显示。与此同时,本系统还添加了 16 个对于激光器端口电压采集的显示控件、16 路单路输出开关以及急停按钮,分别用于显示激光器端口电压、单路输出控制以及急停操作。这样便实现了激光老化实验中,通过显示屏实时监测激光器端口电压变化,以及控制系统输出电流大小的目的,也同时保证了系统的工作安全性和使用的便捷性。



图 6 串口屏人机交互界面

4.2 系统主程序设计

根据激光老化实验实际需要设计了相应的软件程序,软件程序选择在 Keil uVision5 平台上进行开发。系统主程序的工作流程如图 7 所示,首先对系统进行初始化,这包括 GPIO、系统时钟、ADC、DMA、以及 SPI 的初始化。在完成系统的初始化以后,设计了通过队列的方式接收串口屏控件指令消息,这样可以最大限度保证了串口屏指令的不丢失。同时,编写了指令解析函数用于准确解析指令的消息。在对指令解析完成以后,程序将调用 DAC8554 驱动函数,将指令中的有效数据转变成 DAC 输出所需要的电压信号并发送给指定的激光器驱动模块用于控制恒流源的输出。为了能够实时监测激光驱动模块输出驱动电流的大小,本设计还利用了 STM32 的 ADC 完成对激光器电流信号反馈端电压信号的采集。通过对采集完成以后的数据与实际输入的数据进行对比,从而实现对输出电流的闭环控制,最后,系统会将采集的数据通过串口传送给 7 寸串口显示屏。本系统的软件设计还利用了 ADC7490,完成了对于激光器两端的端电压的实时采样,用于跟踪激光器老化过程中两端电

压变化。

5 测试结果

完成了 VCSEL 器件高精度恒流老化系统主控制模块对各个模块数据的接收、处理以及发送的功能测试,系统实物图如图 8 所示。这其中包括实现了主控制器通过 SPI 总线与 DAC8554 以及 ADC7490 数据交互的功能,以及完成了通过串口线与 7 寸串口屏之间的数据传输的任务。

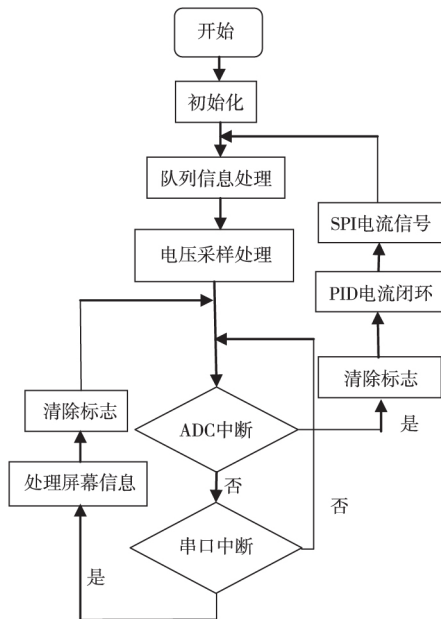


图 7 程序结构框图



图 8 系统实物图

同时本系统在 Aglient3458A 的 8 位半数字万用表测量下,验证了高精度恒流老化系统其中一路输出

电流与用户输入的电流值间的误差在 0.2 mA 以内。整体都达到了设计要求,测量数据如表 1 所示。

表 1 测量数据

设定值 / mA	测量值 / mA	实际输出电流 / mA
0		0.01
50		50.03
100		100.06
150		150.10
200		200.12
250		250.18

6 结语

基于 ATLS250MA104D 设计的 VCSEL 老化系统不仅能够输出稳定电流,而且还能够满足激光老化要求多路同时老化的目标,同时设计的串口屏人机交互界面具有操作方便和使用简单的优点。而且系统的温控模块用于恒温控制驱动器的工作温度,也大大提高了模块电流输出精度。

参考文献

- [1] 梅剑春,叶青,田建国.多路半导体激光器驱动电路设计[J].激光技术,2018,42(2):245-248.
- [2] 马荣廷,柳静,刘明明,等.嵌入式测试系统用高精度数控恒压恒流源[J].单片机与嵌入式系统应用,2018(6):65-73.
- [3] 邢素霞,王睿,郭瑞民,等.蝶形半导体激光器恒流驱动设计与实现[J].激光与红外,2019,49(5):553-558.
- [4] 黄少卿,景为平.采用自适应滞环控制的 LED 恒流驱动芯片[J].微电子学,2016,46(4):467-470.
- [5] 张继业,李雪,张建伟,等.垂直腔面发射激光器研究进展[J].发光学报,2020,41(12):1443-1459.
- [6] 刘义鹤,江洪.半导体激光器器件和材料研究进展[J].新材料产业,2019,04:55-58.
- [7] 王彪,连厚泉,黄硕,等.面向气体检测的 VCSEL 型激光器电流调制系统研制[J].激光杂志,2019,40(08):5-8.