

文章编号: 1005-5630(2005)05-0069-03

低噪声半导体激光器驱动电源的研制*

袁波江, 薛大建, 陆璇辉

(浙江大学光学研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要: 根据半导体激光器的工作特性, 研制了一台低噪声、高稳定度半导体激光器的驱动电流源。该电流源特点具有慢启动电路和过流保护电路, 提高了半导体激光器抗冲击能力和工作稳定性。

关键词: 半导体激光器; 恒流源; 慢启动; 保护电路

中图分类号: TN 248.4 **文献标识码:** A

The design and implementation of a low-noise diode laser drive power

YUAN Bo-jiang, XUE Da-jian, LU Xuan-hui

(Optics Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract According to the performance characteristics of semiconductor laser diode, a diode laser drive power has been designed with the stability and low noise features. Slow turn-on and current limit circuits are provided to ensure diode laser operation stability and safety.

Key words: diode laser; constant-current source; slow turn-on; protect circuit

1 引言

半导体激光器以其超小型、高效率、结构简单和单色、可调等优良特性被广泛应用于科研、国防、医疗、加工等领域。半导体激光二极管激励方法多采用电流注入方式, 要得到稳定的输出功率, 必须使注入电流稳定, 即要采用恒流源。半导体激光二极管作为一种结型器件, 对于电冲击的承受能力很差, 稍有电流冲击就会对其造成损坏。因此, 半导体激光器的电源电路中必须具有特殊的抗电冲击措施和保护电路^[1]。

根据半导体激光二极管的工作特性, 现设计制作了一种低噪声、高稳定度半导体激光器驱动电流源。

2 电流源设计原理

电流源采用串联负反馈调整电路来实现恒定电流, 图1为其基本原理图。由基准电压源产生一个基准电压, 然后由电位器对基准电压进行取样, 并将取样值送入电流放大器, 产生受取样电压控制的稳定电流。为提高稳定度, 从电流放大器的输出电流中采样并送回调整与控制电路, 与基准电压比较, 将差值放大后, 推动电流放大器, 使得输出电流维持在设定值上不变^[2]。

3 电流源电路设计

3.1 慢启动电路

考虑到半导体激光二极管对电冲击的承受能力差, 为了有效保护激光二极管, 在电路中加入慢启动

* 收稿日期: 2005-07-30

基金项目: 浙江省科技计划资助项目(2005C21003)

作者简介: 袁波江(1982-), 男, 浙江嵊州市人, 硕士研究生, 主要从事光电子学和光电子技术的研究。

电路(见图2)^[3]。LM 317 是输出可调三端稳压管,通过可调电阻 R 调节输出电压: $V_{out} = 1.25 \times (1 + \frac{R}{R_{11}}) + I_{ADJ}R$ 。电路启动时,由于 C 上的电压不能突变,三极管基极电压 V_b 处于低电位,故 Q 导通,将 R 短路,输出电压 V_{out} 约为1.5V。随着对 C 的充电, V_b 升高, Q 逐渐退出饱和区, R 上的电压逐渐增大,输出电压 V_{out} 也慢慢升高。直到 C 充电完毕, Q 截止,输出电压 V_{out} 才达到设定值,慢启动速度由时间常数 $R_{11}C$ 决定。LM 317不但可以稳定输出电压,而且使输出电压缓慢上升,达到慢启动效果。

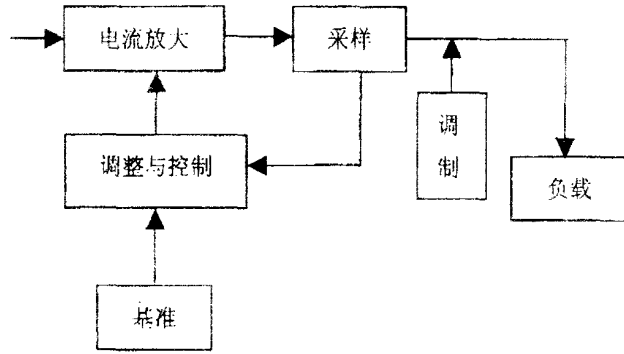


图 1 电流源基本原理图

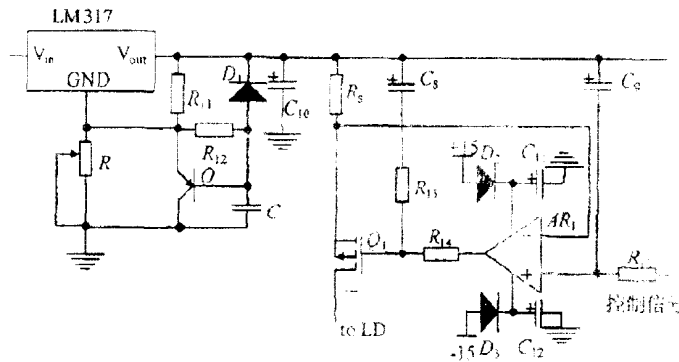


图 2 慢启动电路和控制电路

3.2 恒流控制和显示电路

产生恒流部分电路如图2所示^[3]。来自基准电压源的控制信号经 R_{15} 输入到运算放大器的同相输入端,反相输入端接采样电阻 R_s ,运算放大器输出接场效应管。要得到恒定的输出电流,实际上只需稳定采样电阻 R_s 两端电压 U_s 即可。根据运算放大器的特点:同相和反相输入端电压相等,即电压 U_s 由输入到同相端控制信号电压决定,此电压越小,输出电流越大,调节控制信号电压即可方便地调节电流源的输出电流。运算放大器需选择稳定、低噪声、输入失调电压随温度漂移小的放大器,如LT1028。基准电源的精度和稳定度对恒流源的输出有很大的影响。图3中LM 399是低噪声、高精度、高稳定度稳压芯片,提供6.95V基准电压,其温度系数小于 $0.5\text{ppm}/^\circ\text{C}$,长期稳定度(1000h)达 20ppm 。采样电阻的精密程度也将直接影响电流输出的稳定性,因为 $I_s = U_s/R_s$,采样电阻需选用温漂为 $< 5\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 的精密电阻^[3]。

电流源输出电流的值采用三位半LED数字式直流电压表显示^[4],从采样电阻 R_s 两端取出信号,分别经过一个电压跟随器,送入比例运算电路,根据设计电流大小设定合适的放大比例,再将放大后的信号输送到电压表显示。使用跟随器可以防止显示电路对电流源的影响。

3.3 保护电路

为避免由于过流等因素引起激光二极管不可恢复的损坏,驱动电路中需加入自动保护电路^[5]。保护电路一般有限流型保护和截流型保护两种,电路采用限流型保护电路,如图3所示。其特点是当电流达到最大设定值后,自动启动保护电路,使电流维持在最大设定值不变,避免激光器因过流而停止工作。保护电路的设计原理是:通过电位器 R_6 从基准电压源LM 399取出电流控制信号,并输入到比较器 U_2 的同相输入

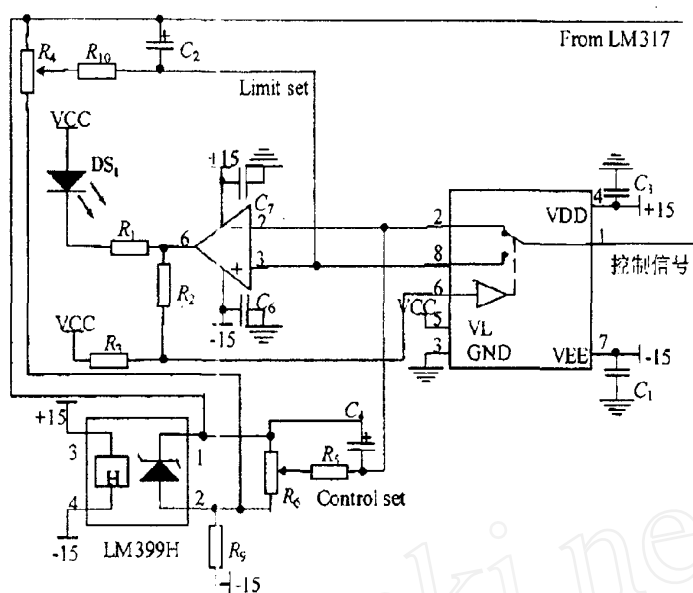


图3 自动保护电路

端(U_+), 通过电位器 R_4 从基准电压源LM 399 输出端取出限流保护信号, 并输送到比较器反相输入端(U_-), 比较器对两路信号进行比较, 并输出比较结果, 由此比较结果来控制逻辑开关。图中采用低功耗、低失调电压比较器LM 339A, 当 U_+ 端电压高于 U_- 端时, LM 339A 内输出管截止, 相当于输出端开路, 通过上拉电阻 R_1 输出高电平; 当 U_- 端电压高于 U_+ 端时, LM 339A 内输出管饱和, 相当于输出端接低电位。DG419 是高性能的逻辑开关, 匹配电阻小, 切换速度快, 达到纳秒量级。开关状态由6脚决定: 6脚输入高电平时, 开关接通2脚; 输入低电平时, 开关接通8脚。在电流源输出电流未达到最大设定值情况下, 即 $U_+ > U_-$, 比较器LM 339A 输出高电平, DG419 输入端6脚为高电平, 2脚和1脚接通, 输出控制信号, 通过调节电位器 R_6 可调节电流源电流大小。当 $U_+ < U_-$ 时, 比较器LM 339A 输出低电平, 指示灯 DS_1 亮, 提示电流过载, 同时DG419 的6脚变为低电平, 开关断开2脚, 接通8脚, 电流源输出电流大小由限流保护信号决定并维持在限定值。

4 电源特点和结论

该电流源输出电流从0~ 250mA 连续可调, 输出电流值变化小于0.1%; 具有实时显示功能; 具有可调的电流限制和过流保护功能。

此外在高斯光束轨道角动量测量等实验中^[6], 需要半导体激光器驱动电流源有较大的输出电流。可对电路参数进行适当调整: 降低采样电阻 R_s 阻值, 采用功率更大的场效应管, 并对LM 317 和场效应管采取良好的散热措施, 可输出大于1A 的恒定电流。实验结果显示在输出电流为1A 时精度可达 $0.2\% \pm 1\text{mA}$ 。电路已应用于高斯光束轨道角测量和纳米特征辐射特性研究中, 使用效果良好。

5 参考文献

- [1] 黄德修 半导体激光器及其应用[M] 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [2] Fox R, Walman S, Hollberg L, et al. Precision Spectroscopy, Diode Lasers, and Optical Frequency Measurement Technology [M] Washington: Government printing office, 1998.
- [3] Libbrecht K G, Hall J L. A low-noise high-speed diode laser current controller[J]. Rev Sci Instrum, 1993, 64(8): 2133~ 2135.
- [4] 于复生, 艾兴, 逢东庆 大功率半导体激光器驱动电源的设计[J]. 应用激光, 2000, 20(6): 257~ 260.
- [5] Slavec A. Diode laser electronics for atom optics[EB/OL]. <http://optics.ph.unimelb.edu.au/atomopt/electronics/index.html> 2000-08-16.
- [6] Courtial J, Dholakia K, Allen L, et al. Gaussian beam with very high orbital angular momentum [J]. Opt Commun, 1997, 144: 210~ 213.