

· 电路与控制 ·

实用小功率半导体激光器驱动电路的设计

刘宝元¹, 郭小云²

(1. 西安工业大学 光电工程学院, 陕西 西安 710032; 2. 西光集团技术中心, 陕西 西安 710032)

摘要: 半导体激光器的稳定性取决于驱动电源. 结合消光比测试仪要求, 设计了基于脉宽调制芯片 UC3842 的实用半导体激光器驱动电源. 该驱动电源适用于功率较小的半导体激光器, 输出占空比和频率可调的驱动信号, 使之输出一定频率的调制光信号, 实现了慢启动、高频及过压过流等保护功能, 能使半导体激光器在室温下安全工作. 通过实验结果分析, 证明了方案的可行性, 满足测试仪的要求.

关键词: 半导体激光器; 驱动电路; UC3842; 慢启动

中图分类号: TH248.4; TN76

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2009)05-0040-04

Design of Practical Driven Circuit for Small Power Semiconductor Lasers

LIU Bao-yuan¹, GUO Xiao-yun²

(1. Xi'an Industrial University, Xi'an 710032, China; 2. SICONG GROUP, Xi'an 710032, China)

Abstract: The stability of semiconductor lasers depends on the driven power. According to the requirement for light extinction ratio tester, a practical semiconductor laser driven power based on the UC3842 PWM chip was designed. The driven power is applicable to the smaller power semiconductor lasers, the output duty cycle and frequency adjustable driven signal, which make it put out some modulation optical signals with a certain frequency, so the protection functions, such as slow start, over-current, over-voltage and high frequency can be realized. These protections can make semiconductor lasers working safely at room temperature. The experimental results prove the feasibility of this program and meet the requirements for tester.

Key words: semiconductor laser diode; drive circuit; UC3842; slow start

随着激光技术的发展, 半导体激光器(LD)已经成为应用最广泛的一类激光器, 它具有体积小、质量轻、价格便宜、性能稳定而且易调制, 广泛应用于通信、制导、测量、医疗以及信息的存取等领域. 在光学晶体消光比检测仪中采用半导体激光器作为测试光源, 由于对激光器输出功率有着比较严格的要求, 为其设计一款精度较高、性能可靠、经济、耐用的驱动电源就显得尤为重要.

体材料作激光器的工作物质, 主要构成部分是一个 P-N 结. 如图 1 所示.

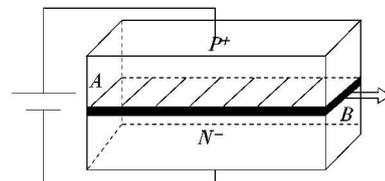


图 1 半导体激光器的原理结构示意图

1 半导体激光器的工作特性

半导体激光器是一种相干辐射光源, 使用半导

体半导体激光器的工作特性如图 2 所示. 当 P-N 结两端不加电压时, N 区中的电子与 P 区中的空穴互相扩散, 形成一个内电场, 使 P-N 结相当于一个

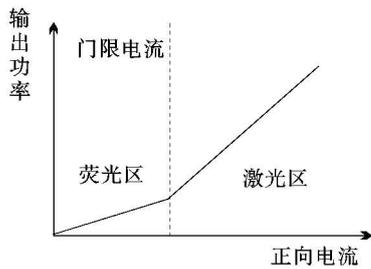


图 2 半导体激光器 P-I 曲线

阻挡层.当 P-N 结加上正向电压,即 N 接负极,P 接正极,阻挡层被削弱,注入 N 区的大量电子流向 P 区,并在结区与空穴复合,放出光子形成激光.这一过程也可描述为,由于 P-N 结未加电压时,N 区电子的能级比 P 区空穴能级低,加上正向电压后,使 N 区电子的能级高于 P 区空穴的能级,大量电子处在高能级上,实现了粒子数的反转.要使激光器得到相干的、受激光输出,必须满足 2 个条件,即粒子反转条件与阈值条件.前者是必要条件,它意味着处于高能态的粒子多于低能态的粒子数.达到这一条件,有

源工作物质就具有增益.后者是充分条件,它要求粒子数反转产生的增益能克服有源介质的内部损耗和输出损耗,此时增益介质就具有净增益.

2 驱动电路设计

驱动电路采用以脉宽调制器 UC3842 为核心元件设计的开关电源. UC3842 是美国 Unitrode 公司生产的电流型单端输出脉宽调制器(PWM),具有引脚数量少、外围电路简单、安装与调试简便、性能优良、价格低廉等优点.稳压性能好,其电压调整率可达 0.01% /V,除具有输入端过压保护与输出端过流保护电路外,还设有欠压锁定电路,使工作稳定可靠.

UC3842 的内部结构如图 3 所示,主要包括: 5.0 V 基准电压源、振荡器、误差放大器、过流检测电压比较器、PWM 锁存器、输入欠压锁定电路、门电路、输出级、34 V 稳压管.其电路设计原理框图如图 4 所示.

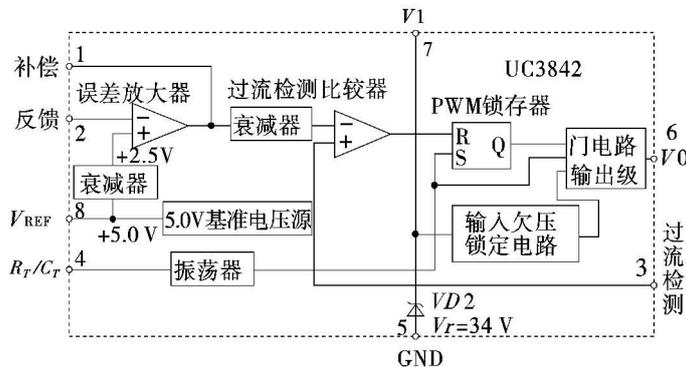


图 3 UC3842 内部结构示意图

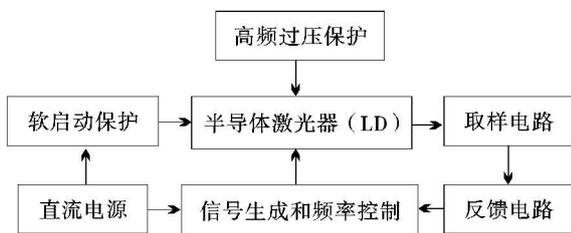


图 4 驱动电路设计原理框图

2.1 驱动电路

驱动电路产生一个 2 kHz 的方波信号,方波信号的频率和占空比是可调的;MOS 管作为一个开关使用,通过改变占空比控制半导体激光器的输出功

率.电路原理图如图 5 所示.

内部基准电压源产生 5.0 V 基准电压,作为 UC3842 内部电源,经衰减得 2.5 V 电压作为比较放大器基准电压,并可作为向外电路输出 5 V/50 mA 的电源.振荡器产生方波振荡,振荡频率取决于外接定时元件.

反馈电压由 2 管脚接误差放大器反相端.1 管脚外接 R、C 网络改变误差放大器闭环增益和频率特性;6 管脚输出驱动开关管的方波,为图腾柱式输出,适用于驱动 VMOS 开关管,输出电流可达 ± 200 mA.3 管脚为电流检测端,用于检测开关管电流,当 $U_3 \geq 1$ V 时,可关闭输出脉冲,保护开关管不致过

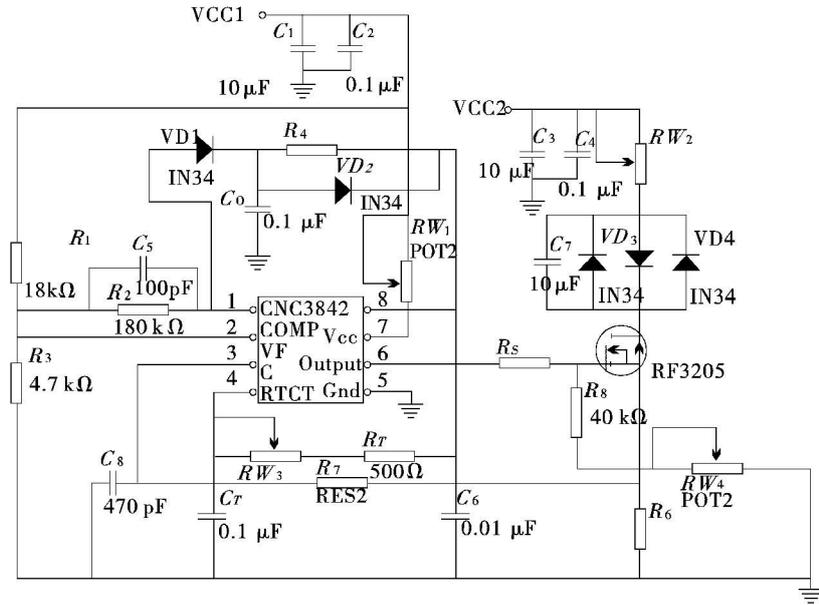


图 5 电路原理图

流损坏. UC3842 包括过压、欠压保护电路, 当电源电压超过 17 V 或低于 10 V 时, 集成电路停止工作.

2.2 振荡信号生成电路

振荡信号生成电路是驱动电路中的重要部分, 接在 UC3842 的 4 管脚和 8 管脚之间, 以使启动 UC3842 的时候产生振荡. 振荡信号生成电路由定时电容 C_T 、电位器 RW_3 、定时电阻 R_T 和消噪电容 C_6 构成. RW_3 的作用是调节振荡信号占空比和频率; C_6 的作用是滤除电路中电压信号的噪声, 使振荡信号的波形更为理想. C_T 和 R_T 的作用是以 UC3842 内部的振荡器为基础生成振荡信号, 振荡频率由式(1)来确定

$$f = \frac{1.8}{R_T C_T} \quad (1)$$

2.3 补偿电路

补偿电路结构如图 5 所示. 补偿电路是 UC3842 内部误差放大器的外围电路. 它通过一个电阻取样 UC3842 电源电压, 通过电阻分压并输入到 UC3842 的 2 管脚, 为误差放大器提供反相输入. 分压电阻 R_1 和 R_3 取样 15 V 的电源电压并分压达到 UC3842 的 2 管脚的电压要求后输入误差放大器反相端. 误差放大器反相输入与同相端 2.5 V 标准偏压比较后产生误差信号. 该误差信号经误差放大器放大后经 1 管脚输出. 1 管脚的并联阻容元件和放大器反相输入共同作用以改善误差放大器的增益

和频率特性, 形成误差放大器的补偿, 从而改善整个电路的特性.

2.4 开关控制电路

开关控制电路的核心元件是功率场效应管 IRF3205, 其主要起开关作用, 即工作在饱和区和截止区. 主要原理是: UC3842 的 6 管脚输出信号经 R_5 分压后提供给 IRF3205 栅极, 当输出信号为高电平时, 场效应管工作在饱和区, 此时半导体激光器阳极和阴极的电流不相同, 激光器输出电平为低电平. 当 UC3842 的 6 管脚驱动输出为低电平时, 功率场效应管截止, 激光器阳极和阴极电流相同, 激光器输出电平为高电平.

2.5 纹波电压滤除电路

纹波电压滤除电路由电容组成, 可以是普通电容, 也可以是电解电容. 电容有滤波、消噪的作用, 2 个并联的而且容量不同的电容接在电压源之后不仅能够起到滤除纹波电压的作用, 而且能够起到慢启动的作用, 从而使直流电源特性得到改善.

2.6 慢启动电路

慢启动电路由 R_4 、 C_0 、 VD_1 和 VD_2 组成. 电阻 R_4 的作用是分流, 以防电流过大, 二极管被烧坏; 电容 C_0 的作用是消除噪声. 根据二极管的伏安特性, 当二极管两端的电压超过死区电压后, 二极管导通, 导通后正向电流迅速增大, 二极管呈低阻状态. 一个

二极管的时延很小,而且性能不太稳定,所以串联一个二极管,并由大电阻分流,时延增加,电路安全性提高.慢启动电路因二极管的导通延时,使 LD 和整个电路不受浪涌电流破坏.

2.7 高频、过压保护电路

高频、过压保护电路主要由 C_7 、 VD_3 、 VD_4 组成,这利用了电容的频率特性和二极管反向击穿特性实现对 LD 的保护.

3 实验分析

驱动电路的频率由电阻 R_4 和电容 C_6 来确定,但电阻 R_4 的值不能过大,应控制在 $1\text{ k}\Omega$ 以内,否则占空比过高,流过电流大,容易损坏片子;驱动电路输出信号的占空比可通过改变电阻 R_4 和电容 C_6 的值来控制;当频率固定不变时,输出平均功率随着占空比的增大而增大.驱动电路有较宽的输出频率,同时占空比的调节范围比较宽.改变输出电流可以通过改变电阻 R_5 的阻值,使输出电流可以满足不同功率的半导体激光器的要求.以下是结合光学晶体消光比测试要求,产生频率为 2 kHz 、占空比为 40% 的驱动信号的实验结果.振荡信号生成电路中电容 C_6 的输出波形,如图 6 所示.驱动电路中器

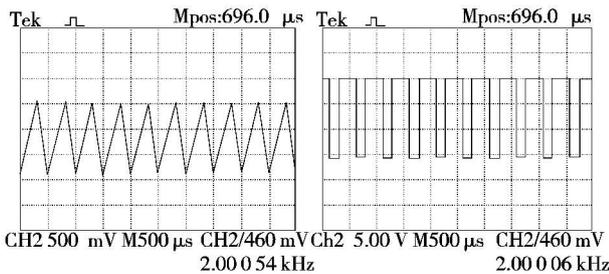


图 6 电容 C_6 的输出波形 图 7 UC3842 的 6 管脚输出波形

(上接第 29 页)

[7] Ph Avouris, I-W Lyo. Observation of Quantum-Size Effects at Room Temperature on Metal Surfaces With STM [J]. Science, 1994, 264: 942 - 945.
 [8] Keisuke Sagisaka, Daisuke Fujita. Quasi-one-dimensional quantum well on Si(100) surface crafted by using scanning tunneling microscopy tip [J]. Appl. Phys. Lett, 2008, 88:203118 - 203120.
 [9] J Y Lao, J Y Huang, D Z Wang. ZnO Nanobridges and

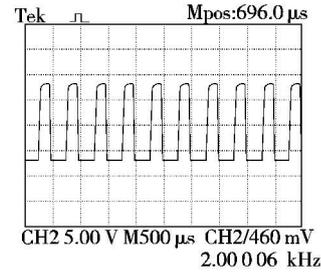


图 8 半导体激光器的输出波形

件 UC3842 的 6 管脚输出波形如图 7 所示. 半导体激光器的输出波形如图 8 所示.

从它的输出波形可知,其频率为 2 kHz ,占空比为 40% ,上升沿和下降沿变化较快,满足使用要求.

4 结 论

文中对半导体激光器的原理和特点进行了分析,并设计了一种基于脉宽调制芯片 UC3842 和功率场效应管 IRF3205 的实用半导体激光器驱动电源.通过实验验证,该驱动电源适用于小功率的半导体激光器,驱动信号占空比和频率可调,实现了慢启动、高频及过压保护等功能,能使半导体激光器在室温下安全工作.该设计电路已经随光学晶体消光比测试仪交客户使用 2 年,证明该驱动电源可以为半导体激光器提供稳定可靠的信号源.

参考文献

[1] 史金林,辛德胜,张剑家,等.连续半导体激光器驱动电源[J].长春光学精密机械学报,2001,24(1):12 - 15.
 [2] 雷玉堂,王友庆.光电检测技术[M].北京:中国计量出版社,1997:92 - 99.
 [3] 刘澄.半导体激光器稳功率脉冲电源设计[J].半导体光电,2004,25(3):235 - 237.
 [4] 何希才,毛德柱.新型半导体器件及其应用[M].北京:电子工业出版社,2002.
 Nanonails [J]. Nano Lett, 2002, 3: 235 - 238.
 [10] J S Kim, M Kawabe, N Koguchi. Ordering of high-quality InAs quantum dots on defect-free nanoholes [J]. Appl. Phys. Lett, 2006, 88:72107 - 72109.
 [11] Z L Wang, J H Sonf. Piezoelectric Nanogenerators Based on Zinc Oxide Nanowire Arrays [J]. Science, 2006, 312:242 - 246.
 [12] P D Lacharmoise, N G Tonalli, P N Bartlett. Imaging optical near fields at metallic nanoscale voids [J]. Phys. Rev. B,2008,78: 125410 - 125414.