

②

2000年第14卷第2期

华北工学院测试技术学报

Vol. 14 No. 2 2000

(总第32期)

JOURNAL OF TEST AND MEASUREMENT TECHNOLOGY

(Sum No. 32)

文章编号: 1008-6374(2000)02-0104-05

半导体激光器调制驱动电源的研制与实践

104-108

王俊杰, 马铁华, 祖静

TN248.4

(华北工学院 电子工程系, 山西 太原 030051)

摘要: 目的 为半导体激光器合成外差干涉研制一调制驱动电源。方法 选用现有大规模集成芯片, 设计力求简单、实用、成本低及高性能。结果 利用数码调制驱动芯片线性区实现各种方式的调频是可行的。结论 该调制驱动电源满足各种波形的合成外差干涉, 具有广泛的应用价值。

关键词: 半导体激光器; 伪外差干涉; 激光电源

中图分类号: TN248.4

文献标识码: A

调制驱动电源

0 引言

半导体激光器输出频率易于电注入直接调制, 故在合成外差干涉中广为应用。利用锯齿波^[1]、三角波^[2]、方波^[3]和正弦波^[4]电流调制技术都可产生合成外差干涉。不同类型的 LD 视使用要求、调制电流和偏置电流幅度各不相同。为利用半导体激光器调频技术进行动态测试, 要求电流调制频率很高, 作者研制的 LD 驱动电源应满足上述要求。更为特别的是希望调制电流幅度和偏置电流能根据干涉信号的信息动态调节^[5,6], 这些要求应在设计中都予以考虑, 而且调制驱动电流的性能与输出调制激光的特性密切相关。若在保证 LD 输出光频有较好的线性、重复性和较低的相位噪声, 注入电流也应有较好的线性、重复性和较低的噪声, 作者根据各种要求研制了 LD 调制驱动电源, 并尽可能选用现有大规模集成芯片, 力求设计简单、实用、成本低, 并且保证高性能。

1 LD 调制驱动电源原理

LD 调制驱动电源组成原理框图如图 1 所示。

1.1 单片集成化 LD 驱动器

选用 MAX 公司的专用集成芯片 (MAX3263), 它是一种专为通讯设计的数码调制 LD 驱动器, 采用差分 PECL 电平输入, 提供互补的驱动电流, 允许可编程调制电流范围 (5~25) mA, 可编程偏置电流范围 (5~60) mA。带温度补偿的参考电压, 使只须少

• 收稿日期: 2000-04-04

作者简介: 王俊杰(1971-), 男, 讲师, 博士生。从事专业: 测试技术。

量外部元件,就可对该芯片的调制电流和偏置电流进行设置;而且,该芯片内部已集成了防止 LD 损坏的慢启动电路,预置慢启动时间为 50 ns,外接电容可延长慢启动时间。

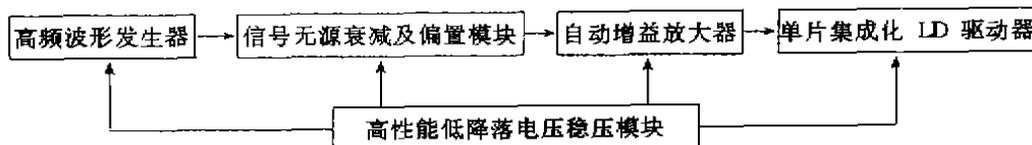


图 1 LD调制驱动电源原理框图

该芯片主要由三部分组成:调制驱动模块,带自动功率控制的偏置电流模块以及带温度补偿的电压基准,如图 2 所示。偏置电流模块实质上是一个电流控制的电流镜,LD 偏置电流 $I_{biasout}$ 可表示为

$$I_{biasout} = K \cdot I_{biasset} \quad (1)$$

式中, K 为电流增益,调节电位器 $R_{biasset}$ 的值,从而使偏置电流 $I_{biasout}$ 在 (5~60) mA 范围内变化。

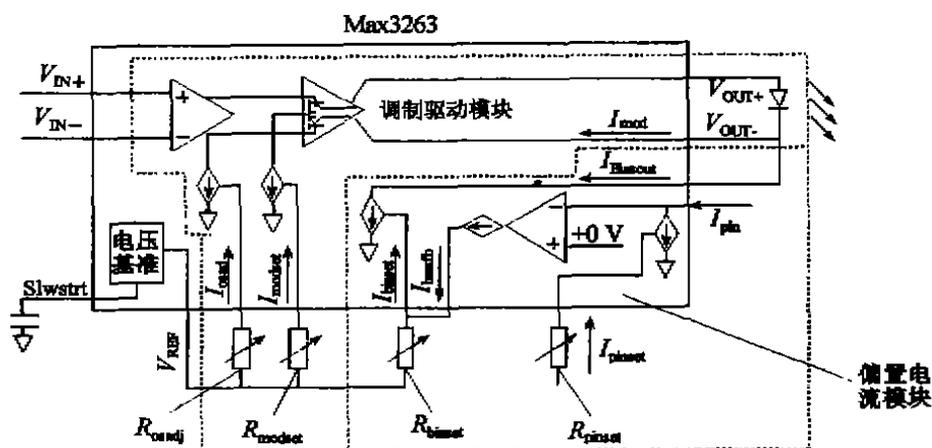


图 2 LD 驱动器工作电路

调制驱动电路由输入缓存级和共发射差分输出级组成,共发射差分输出级的传输函数如图 3 所示,由一线性区和非线性区组成。在通信数码调制应用中,必须保证输入缓存级输出信号能使共发射差分输出级摆动到非线性区(进入开关状态)。为了利用该芯片进行 LD 线性调频,必须使该芯片工作在传输函数的线性区。线性区的宽度是调制驱动电流 I_{mod} 的函数,增大调制驱动电流也就增大了线性区宽度,同时也增大了输入缓存级的动态输出。为了实现线性调频调制幅度可变,在器件允许的情况下将输入缓存级电流 I_{osadj} 和调制驱动电流 I_{mod} 设置到最大,也就是输出级传输函数具有最大线性区,通过调节输入端电压信号幅度,即可实现线性调制幅度连续可变。通常,LD 无跳模的线性调频范围较窄,该最大线性区(达 38 mA)已满足要求。

自动功率控制电路是在 LD 发光效率随温度和年龄变化时,自动调整偏置电流来保

证 LD 输出功率稳定,而在电流负反馈平衡干涉相位检测技术中,需自动调节 LD 偏置电流来补偿干涉仪光程差变化,以确保干涉相位不变.在电流负反馈平衡干涉相位检测技术中,引脚 I_{biasref} 需与参考基准断开,电流负反馈调节端 I_{biasfb} 和偏置电流预置端 I_{biaset} 相连,将鉴相器输出误差电压施加至与引脚 I_{pin} 相连.这样,当干涉相位无变化时,鉴相器输出误差电压为零,反馈调节电流为零,偏置电流保持不变;当干涉相位随外界光程差变化时,鉴相器输出误差电压不为零,反馈调节电流将自动调节 LD 偏置电流,确保干涉相位不变.

1.2 高频波形发生器

高频信号发生器为 LD 驱动器提供了高速调制驱动信号,该电源采用 MAX 公司的专用集成电路 (MAX038),它是一种高频信号发生器,能精确产生三角波、方波和正弦波,

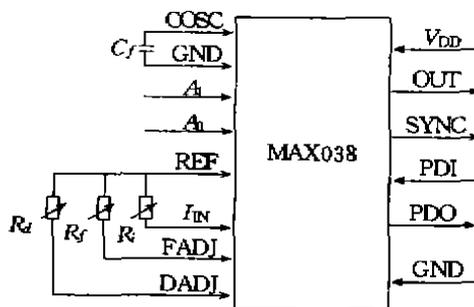


图 4 高频信号发生器 Max038 工作电路

只须外部少量元件和角波、方波、正弦波就能实现输出频率大范围 (0.1 Hz ~ 20 MHz) 连续可调,小范围精密微调以及输出信号占空比连续可调 (调节三角波占空比可得到锯齿波),其电路工作原理如图 4 所示.使用方法如下:控制芯片输入端 A_0 和 A_1 ,就可选择输出波形.输出频率是由振荡电容 C_f , I_{IN} 管脚电流和 FADJ 管脚电压决定的.调节振荡电容 C_f 的大小,可使输出频率在 (0.1 Hz ~ 20 MHz) 范围内

跳跃式变动, I_{IN} 管脚电流的调整使输出频率进行大范围连续可调 (达到 375 : 1), 调整 FADJ 管脚电压可对输出频率进行窄范围 ($F_0 \pm 70\%$) 精密微调. 通过基准电压输出管脚 REF 和 I_{IN} 以及 FADJ 之间外接电阻手动调节输出频率的计算公式为

$$F_x = \frac{V_{\text{REF}}}{R_f \cdot C_f} \cdot \{1 - 0.2915(V_{\text{REF}} - R_f \cdot 250)\} \quad (2)$$

同样,调节管脚 DADJ 电压,可调节输出信号的占空比(调节输出三角波可得到锯齿波),用管脚 REF 和 DADJ 之间外接电阻手动调节占空比的计算公式为

$$d_x(\text{in}\%) = 50\% - (V_{\text{REF}} - R_D \times 250) \times 17.4 \quad (3)$$

1.3 信号无源衰减及偏置模块

Max038 输出信号幅度为 2 V. 为利用 Max3263 实现线性调频,要求输入信号幅度大致范围为 (0 ~ 320) mV (如图 3 所示),且要求输入接口为 PECL (V_{cc} 参考的 ECL) 电平.因此,通过无源电阻网络对 Max038 输出信号按要求进行不同程度的衰减,然后

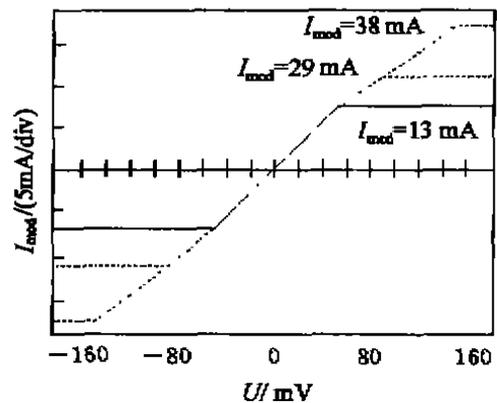


图 3 共发射差分输出级传输函数

通过偏置模块与 Max3263 进行电平匹配,即可调节调制电流幅度。

1.4 自动增益放大器

在斜波调频合成外差干涉测量系统中,为消除排频干涉信号频率偏离调制电流频率整数倍给干涉相位检测带来的非线性,需根据外界光程差自动调整调制电流幅度,确保排频干涉信号频率等于调制电流频率的整数倍,可通过一高精度模拟乘法器 AD539 作为自动增益放大器来实现调制电流幅度自动调节。

1.5 高性能低降落电压稳压模块

采用 AD667 温压块为整个系统供电,确保输出驱动电流平稳、低噪声。在该调制驱动电源的研制过程中,由于直接选用专用集成芯片,特别是数码调制 LD 驱动专用芯片别具一格的使用,使该调制驱动电源具有高可靠、安全、简单、性能齐备等优点。该调制驱动电源具有如下性能:① 调制频率范围:(0~20) MHz;② 调制输出波形:正弦波、三角波(包含锯齿波)和方波;③ 偏置电流范围:(5~60) mA;④ 调制电流范围:(2~25) mA;⑤ 可自动调整偏置电流来补偿外界光程差变化,以实现电流负反馈平衡式相位检测;⑥ 可自动调整调制电流幅度,确保排频干涉信号频率等于调制频率整数倍,以削除相位检测的非线性误差。

2 调制驱动电源的若干实践

利用该调制驱动电源来研究 LD 输出光频与注入电流的关系,图 5,图 6 为利用 Michelson 干涉仪来观察正弦波和三角波电流调制排频干涉信号的波形。

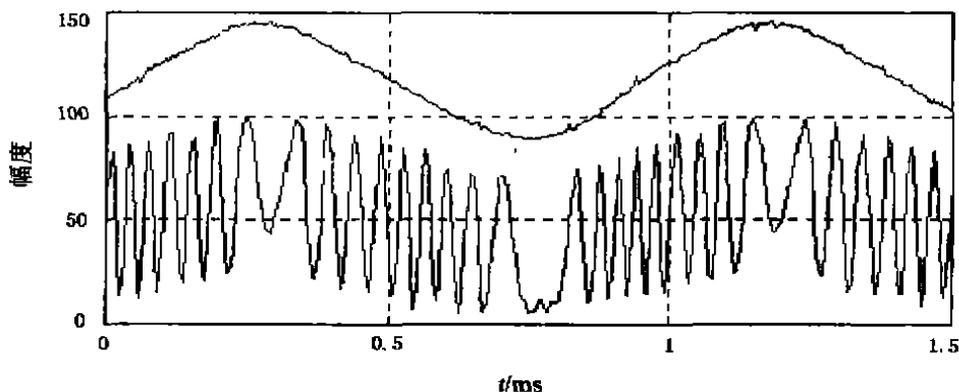


图 5 基于 LD 正弦波电流调制的干涉波形

实验表明:LD 输出光频随注入电流而线性变化,利用三角波、正弦波电流调制的 LD 可合成各种外差输出,同时还可进行频分多路复用;反之,通过分析干涉输出波形也可测定 LD 的频率调制特性,如跳模点、最大线性调频范围以及频偏率。总之,该电源在光纤传感领域具有广泛的应用价值。

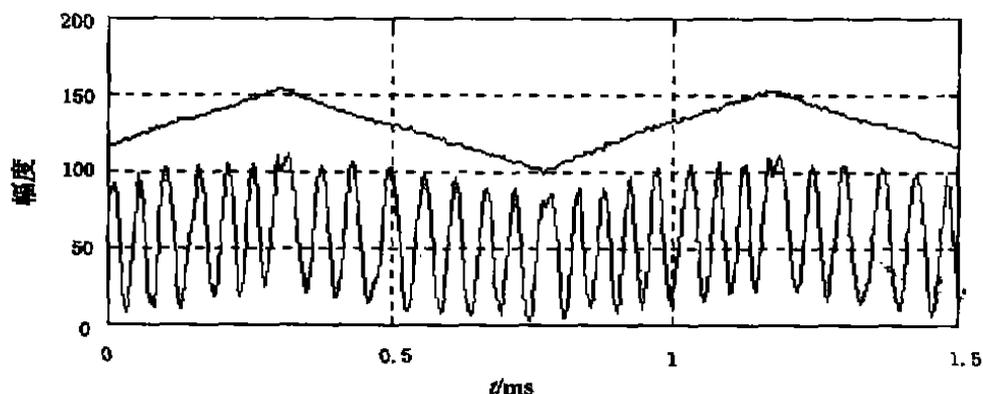


图6 基于LD三角波频率调制的干涉信号

参考文献:

- [1] Kersey A D, Corke M, Jackson D A. Linearised polarimeter optical fiber sensor using a 'heterodyne-type' signal recovery scheme[J]. Electronics Letters, 1984, 20: 209~211.
- [2] Yan C P, Ling C P. Multiplexed fiber optic sensors using a dual slope frequency modulated source [J]. Optics Letters, 1991, 16: 872~874.
- [3] Kersey A D, Jackson D A, Corke M. Demodulation scheme fiber interferometric sensors employing laser frequency switching[J]. Electronics Letters, 1983, 19: 102~103.
- [4] Shyu L H, Fu Y F, Shieh J Y. Fiber optic strain sensing with phase-shifting interferometric technique[A]. SPIE[C]. Vol. 2895.
- [5] Toshitaka M. Nara. Laser diode feedback interferometer for stabilization and displacement measurements[J]. Applied Optics, 1987, 26(5).
- [6] Onodera R, Ishii Y. Effect of beat frequency on the measured phase of laser-diode heterodyne interferometry[J]. Applied Optics, 1996, 35: 4355~4360.

The Study and Implementation of a Laser Diode Modulated Drive Power

WANG Jun-jie, MA Tie-hua, ZU Jing

(Dept. of Electronic Engineering, North China Institute of Technology, Taiyuan 030051)

Abstract: **Aim** To develop a laser diode modulated driver power for synthesis heterodyne interference. **Methods** Choose single chip integrated circuit directly so that the design is simple, low price, practical and high performance. **Results** It is feasible to implement all kinds of frequency modulation in the linear region based on the code modulated LD driver chip. **Conclusion** All kinds of waveform synthesis heterodyne interferences based on laser diode can be implemented using this modulated drive power and it can be used widely.

Key words: laser diode; pseudo-heterodyne interference; laser power