

一种简便实用的半导体激光器调制电路

梁 芳 强锡富 孙晓明

(哈尔滨工业大学精密仪器系 哈尔滨 150001)

摘要 半导体激光器是实用中最重要的一类激光器,它具有可直接调制的特点。本文介绍了一种简单有效的半导体激光器调制电路,给出了电路原理图,元件的选择原则,最后介绍了在非合作目标相位式激光测距系统中实现正弦调制的应用。

关键词 半导体激光器 LD 调制

1 概 述

半导体激光器(简称 LD)是利用半导体材料导带中的电子和价带中的空穴的复合来产生受激辐射。它具有半导体和固态物质的共同优点,体积小、重量轻、结构简单、效率高、价格便宜、寿命长、可连续发射,并且其工作电压和电流与集成电路兼容。其最重要的特性是,在发射阈值以上的一段区域,输入电流与输出功率呈线性关系,这样就可通过调制输入电流对 LD 的输出直接调制,并且响应速度快,调制频率可高达几兆赫。

由于具有其它类型激光器无法比拟的特性,LD 已经成为实用中最重要的一类激光器,广泛应用于远距离通讯、激光雷达、数字光信号的存储和恢复、激光测距测速、机器人、全息应用、医学诊断等许多方面。

本文介绍了一种简单有效的 LD 直接调制方法,并将其应用于非合作目标相位式激光测距系统中,取得了理想的调制结果。

2 调制电路原理

调制电路主要由三部分组成,调制信号发生电路、限流电路和恒流驱动电路,如图1所示。图中 A 1- A 5均为运放, D 为普通二极管, P 为三极管, V_{cc} 为供电正电源。

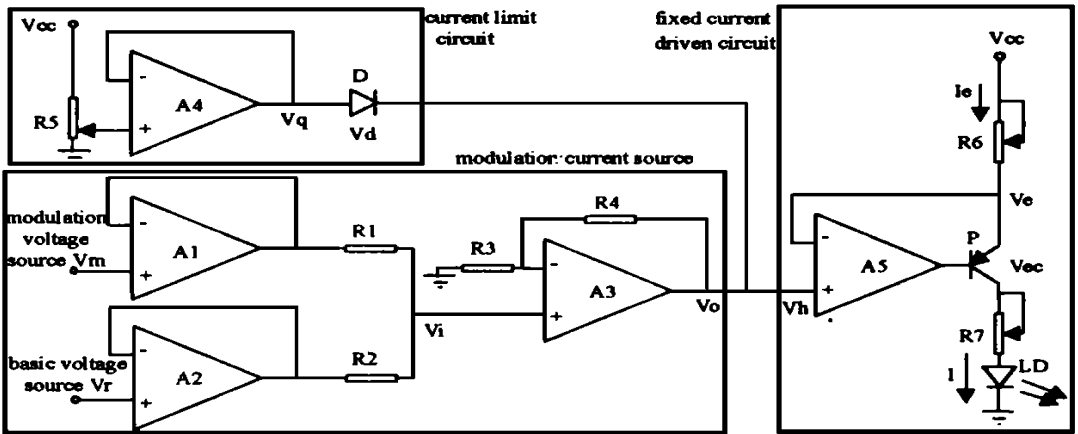


Fig. 1 Principle circuit of laser diode modulation

2.1 调制信号发生电路

该部分由运放 A1—A3 组成。精密基准电压 V_r 给 LD 提供一个能正常工作的直流电流 I_r , 可变的调制信号电压 V_m 提供在 I_r 基础上变化的电流 I_m , 则流过 LD 的调制电流为 $I = I_r + I_m$ 。

运放 A1、A2 接成同相跟随器的形式, 用来实现阻抗隔离, 电压 V_i 为

$$V_i = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_r + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_m \quad (1)$$

运放 A3 接成同相放大器的形式, 其输出 V_o 为 $V_o = \frac{R_4}{R_3} V_i$

2.2 限流电路

LD 的寿命与流过的电流大小有关, 若电流 I 超过其最大允许电流值, 则 LD 会击穿, 造成永久性坏。限流电路起着限制电流, 保护 LD 的作用, 其原理如下。调 R5 使 V_q 对应一个不允许超过的大电流 I_{\max} (应大大小于最大允许电流)。正常工作时, $V_o > V_q$, 二极管 D 不导通, 此时 A5 输入电压 $V_h = V_o$; 当由于意外原因使 $V_o < V_q$ 时, 二极管 D 导通, $V_h = V_q + V_d$, (V_d 为二极管正向导通电压)。这样就把 LD 的电流大约限制在 I_{\max} 以下。

2.3 恒流驱动电路

三极管 P 接成共基极形式, 与运放 A5 一起构成恒流源, 则电流 I 为

$$I = I_e = \frac{V_{cc} - V_e}{R_6} = \frac{V_{cc} - V_h}{R_6} \quad (2)$$

电位器 R7 起分压作用, 产生合理的 V_{ec} , 保证三极管 P 工作于放大区的线性部分。

3 元件选择原则

(1) 必须保证电流 I 处于 LD 输入电流—输出功率曲线的线性区, 最好在最佳工作电流附近, 同时变化幅值不能太大, 以避免发生模跳 (即输出波长发生变化)。

(2) 三极管的工作点要选择在其输出特性的放大区, 绝不能工作在饱和区域截止区, 并要远

离饱和区和截止区。三极管的最大集电极电流 I_{cm} 要大于 LD 的工作电流 I , 最大功耗 P_{cm} 要大于 $I \times V_{ec}$ 。

(3) 估计 R6 和 R7 的功耗。在 LD 工作电流 I 较大时, 适当选择功率大些电位器。

(4) 在高频调制时, A1、A3、A5 和 P 要选用高频元件。

4 应 用

根据上述原理, 设计了用于非合作目标相位式激光测距系统的激光器调制电路, 发出 10MHz 正弦调制激光。

激光器选用 SHARP LT022MC 型 LD, 最佳工作电流 54.4mA, 波长 887 μm ; 精密基准电压 V_r 由 LM399 提供, LM399 是带有温度稳定器的单片齐纳基准; 10MHz 调制信号 V_m 由晶体振荡器 MC12061 外接 10MHz 晶体提供; A2、A4 选用 OP07; A1、A3、A5 选用高频运放 MAX445, 单位增益带宽 200MHz; 三极管 P 选用国产高频小功率管 3AG64, 3AG64 是 PNP 合金扩散型锗管, 截止频率 100MHz, 最大集电极电流 150mA, 最大功率 500mW。

LM399 输出经电位器分压得 3.9V 直流信号, 即 $V_r = 3.9V_{dc}$; MC12061 的输出经隔直电容得 400mV 正弦信号, 即 $V_m = 400mV_{p-p}$; 选用电阻 $R_1 = 220\Omega$, $R_2 = 180\Omega$, 则根据式(1) 可得 $V_i = 2.15V_{dc} + 180mV_{p-p}$; 选电阻 $R_3 = 100\Omega$, $R_4 = 300\Omega$, 则 $V_o = 4V_i = 8.6V_{dc} + 720mV_{p-p}$; 正常工作时 $V_h = V_o$ 。

采用 $V_{cc} = +15V$, 调节电位器 $R_6 = 120\Omega$, 则由式(2) 可得电流 $I = 53.3mA_{dc} + 6mA_{p-p}$, 即调制度为 10%。在这个电流范围内, 可以保证 LD 输出不发生模跳, 并且为最佳工作电流范围。此时 R_6 的最大功耗为 0.38W。调节 $R_7 = 35\Omega$ 以保证 V_{ec} 在 4V 左右, 使三极管工作在放大区。

若要改变电流 I 的幅值, 必须同时改变 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_6 的值, 以获得最佳工作电流, 只改变 R_6 会使电流偏离最佳工作电流范围, 是不可取的。

以上只是参数选择的一种情况, 对于选择其它电路参数时, 必须保证符合 3 所述的元件选择原则。

5 结 论

半导体激光器是实用中最重要的一种激光器。本文介绍的调制电路简单, 可靠, 价格低, 容易实现, 现已成功地应用于非合作目标相位式激光测距系统中, 调制结果令人满意。

参 考 文 献

- 1 张坤宜. 光电测距. 广州: 中南工业大学出版社, 1990
- 2 陈清山等. 世界最新晶体管代换手册. 南昌: 江西科学技术出版社, 1988

A Simple and Practical Circuit for Laser Diode Modulation

LIANG Fang, QIANG Xi-Fu, SUN Xiao-Ming

(Dept. Precision Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

Abstract

Laser diode is the most important laser in practice, it can be modulated by the current directly. In this paper, a simple and practical circuit for laser diode modulation is presented, the principle circuit and the principle of choosing component are given, at last, application in sine wave modulation in non-cooperative target phase shift laser rangefinder is introduced.

Key words: Laser diode, Modulation

梁 芳 女, 1971年1月28日生, 博士生, 研究领域: 非合作目标相位式激光测距系统。