

文章编号: 1005-0523(2006)04-0063-04

光收发模块激光二极管接口电路的优化

殷爱菡, 张青苗, 展爱云

(华东交通大学 信息工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 在高速光收发模块中, 驱动激光二极管的接口电路是模块性能参数实现的关键环节. 为此, 本文根据半导体激光器的特性, 介绍一款交流耦合接口电路, 可以在光通信模块进行初测时, 通过微调元器件, 使接口电路设计达到最优化.

关键词: 光收发模块; 激光二极管; 激光驱动芯片; 接口

中图分类号: TN915.6; TN929.11

文献标识码: A

今天的光通信系统运行着跳变时间更短的高速信号, 这也意味着光收发模块需要更快的边缘速率, 输出电路的负载更要保持稳定, 并增加调制电流, 降低供电电压. 这一切都取决于通信激光驱动电路如何精确地操纵激光二极管, 因此, 需要仔细设计激光驱动器与激光二极管之间的接口电路. 本文以 Maxim 公司的 2.5Gbps 通信激光驱动芯片 MAX3867, 设计的一款交流耦合接口电路, 来说明通信模块在测试时常见的问题, 可通过微调接口电路的元器件, 快速地调整为正常波形, 使其测试性能参数符合要求.

1 通信模块激光驱动器的输出特性

激光驱动芯片是给半导体激光二极管提供适当的偏置电流 I_{BIAS} 和调制电流 I_{MOD} . 图 1 为常见激光驱动器的结构和输入输出特性. 从图 1(b) 可看出, 激光管的电流小于 I_{th} 时, 光功率输出变化很小. 当电流超过它的门限值(阈值 I_{th}) 时, 激光二极管产生连续线性的激光输出, 输出光功率与输入电流成

线性斜率比值. 对于快速开关操作, 通常要将激光二极管偏置到稍高于门限值, 以避免开关延迟.

MAX3867 驱动芯片里有二个主要部分电路: 自动功率控制电路 APC 和温度控制电路 ATC. APC 一方面是提供激光器所需要的偏置电流, 另一方面是对激光器实现自动功率控制, 使激光器的平均功率在外界工作环境发生变化时保持稳定. 一般偏置电流随着激光器门限电流变化而变, 在温度升高和激光器老化时, 阈值电流会升高. 当温度升高, 门限电流将以指数方式增加, 可近似用下式表示:

$$I_{th}(T) = I_0 + K_1 \cdot e^{\frac{T}{T_1}}$$

这里, I_0 , K_1 和 T_1 是激光器常数. 在激光驱动器中, 通过使用外部电阻 R_{BIAS} 来设置偏置电流, 使其工作在最佳状态. 而调制电流的大小可取决于外部电阻 R_{MOD} . 在 MAX3867 驱动芯片中, R_{MOD} 是一个很重要的电阻, 控制差分输出级的电流源.

因为激光器是使用电流进行调制的, 所以需要将输入的电压信号通过这个电阻调制到电流上, 从三极管的集电极输出来驱动激光器, 也可以用以调节收发模块的消光比参数.

收稿日期: 2006-03-08

基金项目: 江西省自然科学基金资助项目(0312011)

作者简介: 殷爱菡(1963-), 女, 安徽纵阳人, 副教授, 研究方向为光通信技术、光电子技术、计算机网络的技术.

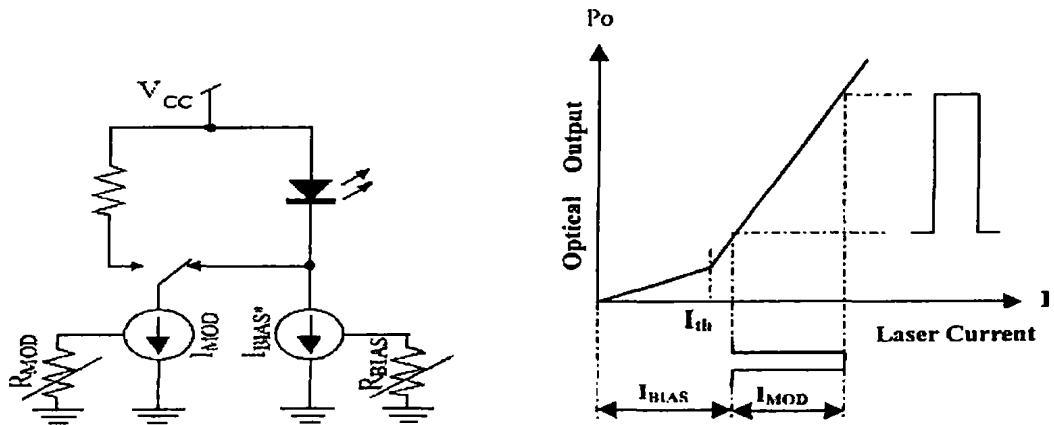


图1 激光驱动器的特性

2 交流耦合接口电路的特点

2.1 PECL 逻辑电路

图2是激光驱动器和激光管之间的一个典型直流接口方式PECL(Positive Emitter Coupled Logic),即正向射极耦合逻辑电路. PECL电路的最大特点是其基本门电路工作在非饱和状态,具有相当高的速度,这种电路的平均延迟时间在几个ns数量级甚至更少.传统的ECL电路逻辑摆幅较小(仅为0.8V),所以功耗很低.另外ECL电路是由一对差分对管射随器组成,所以输入阻抗大,输出阻抗小,驱动能力强,抗共模干扰能力强等一系列优点,是光通信激光驱动常用的差分信号电路.如果正电源系统采用3.3V供电,亦称为LVPECL电路.

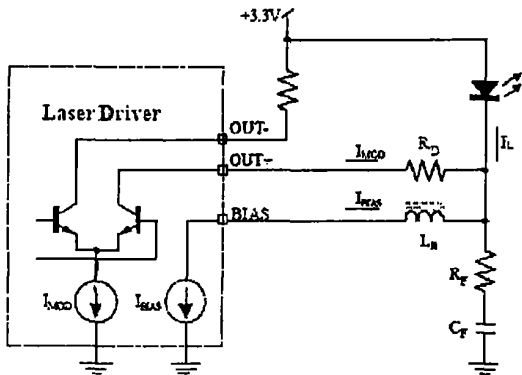


图2 PECL 直流耦合接口电路

2.2 驱动器空载电压

要使激光器保持正常工作,驱动器输出电压应该保证供电电压 V_{CC} 减去激光管电路上的压降和后为正值,这个值称为驱动器的空载电压或称净空.举例来说,在图2中,激光二极管的最大正向偏置电

压为1.6V(该正向电压等于激光二极管带隙电压和等效电阻上的压降和),最大调制电流 I_{MOD} 为60mA,串联阻尼电阻 R_D 设20 Ω ,则 R_D 上的压降 $I_{MOD}R_D$ 是1.2V,另外还应考虑激光管封装造成寄生电感的压降,假设为0.68V,所以驱动器输出最低电压应为

$$V_{LOW} = V_{CC} - 1.2V - 0.68V - 1.6V = V_{CC} - 3.48V$$

如果供电电压 V_{CC} 是5V,则驱动器的净空至少有1.52V,驱动器可控制激光管快速开关工作,但采用3.3V供电电压工作将非常困难.

2.3 交流耦合接口电路

要使供电电压 V_{CC} 在3.3V时工作,采用图3交流耦合接口电路.

在改进后的电路中,增加了串联电容 C_D 和一对上拉电感 L_P (为铁氧体磁珠).这时激光二极管的交流压降应该等于调制电流与等效串联电阻的乘积,设激光管等效电阻为5 Ω ,则激光二极管的偏置电压为(60mA)(5 Ω)=0.3V;串联阻尼电阻 R_D 上的压降等于调制电流与 R_D 乘积的一半(可从流过 C_D 电流的平均值来考虑),即(60mA/2)(20 Ω)=0.6V;而寄生电感引起的暂态电压降是一样的,仍为0.68V;最后驱动器输出电压计算应为

$$V_{LOW} = V_{CC} - 0.3V - 0.6V - 0.68V = V_{CC} - 1.58V$$

如果供电电压 V_{CC} 是3.3V,还给驱动器留下了1.72V的净空,这就允许驱动器的输出级能以更快的电流开关速率工作.

激光管封装连线电感造成的感性负载可由电阻 R_F 和电容 C_F 组成的RC分流网络来补偿.RC分流网络的目的是为了消除寄生电感,从而保持稳定地纯阻性负载,减少过冲和振铃.

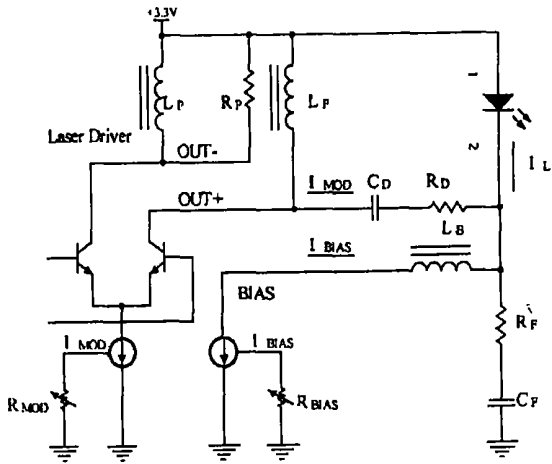


图3 交流耦合接口电路

3 接口电路的优化措施

封装好的光收发模块在老化前必须进行参数初测,以判断是否能正确实现预设的功能.最重要的参数测试包括有平均发射光功率、消光比和输出光眼图.在这个阶段,可通过观察示波器的波形,或

者眼图波形来判断.初测常见的一些错误可通过调整接口板上的外部电阻 R_{BIAS} 、 R_{MOD} 、 R_F 等进行快速排错,以达到参数优化.

对照图3的交流耦合接口电路,下面列举了过冲、下冲、振铃和反射眼图波形,通过接口电路元器件的调整,可能得到问题的解决.

3.1 眼图不清晰

图4是偏置电流设置得太低时产生眼图压缩波形,表示数字零电平低于激光管的门限.这时调整 R_{BIAS} ,提高激光管的偏置电流直到示波器上的波形开始上移,眼图会变得清晰可辨.

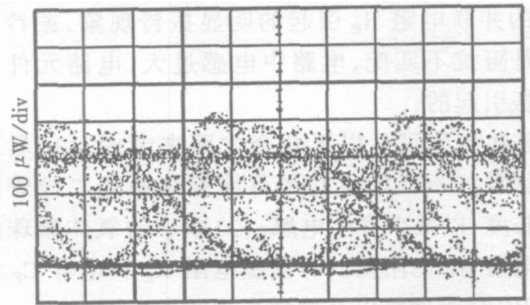
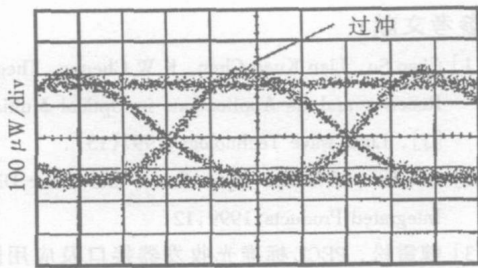
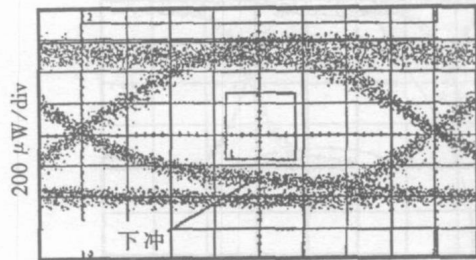


图4 波形压缩的眼图

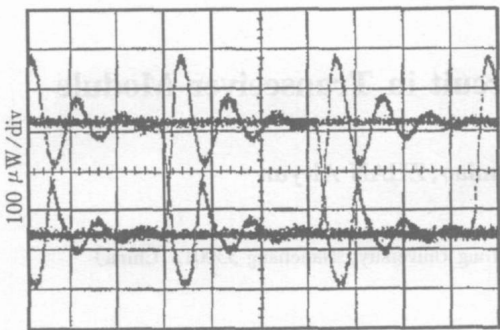


(a)过冲的眼图

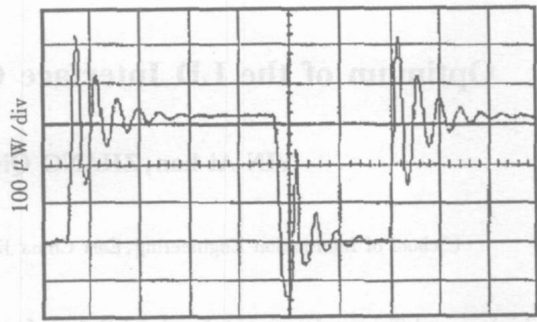


(b)下冲的眼图

图5 眼图过冲和下冲波形



(a)眼图波形



(b)传统波形

图6 振铃现象

3.2 眼图过冲和下冲现象

图5(a)的眼图波形上升沿冲过了数字1电平,当偏置电流和调制电流变化时过冲的相对幅度并

没有变化.检查是否插入了低通滤波器,可以减慢上升和下降沿,减少过冲现象.试着调整串联阻尼电阻 R_D 或者降低与上拉电感(铁氧体磁珠)并联的

R_p 阻值.

图5(b)的眼图波形上升或下降沿在单个间隔的前半部分不能到达高或低电平. 下冲现象是由置于 OUT_+ 和 OUT_- 间阻尼电容太大引起的. 解决方法可减小 OUT_+ 的负载电容或者减小串联阻尼电阻 R_D 值.

3.3 振铃现象

上升和/或下降沿相对于正确电平出现振荡逐渐衰减的振铃. 在上面的图像中, 是去掉了铁氧体磁珠的并联电阻 R_p 引起的明显振铃现象. 振铃有可能是阻抗不匹配, 电路中电感过大, 电路元件产生谐振引起的.

解决措施可从以下几个方面来考虑: (1) 尽可能消除阻抗不匹配; (2) 尽可能缩短激光二极管的引线长度, 以减少寄生电感; (3) 减小铁氧体磁珠的并联电阻 R_p 的阻值; (4) 调整电阻 R_F 和电容 C_F 组成的 RC 分流网络以补偿激光管的寄生因素.

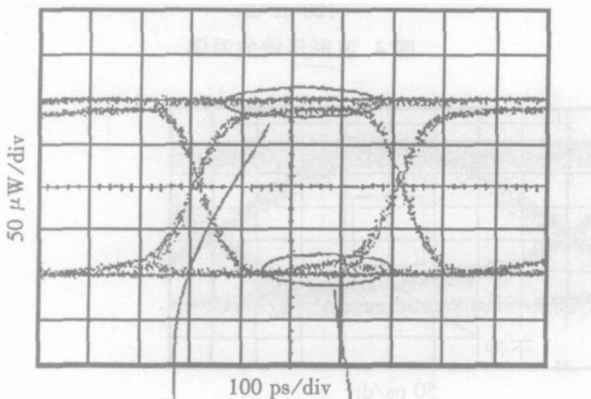


图7 反射的眼图波形

3.4 反射现象

传输线阻抗不匹配造成的反射可能以过冲、下冲、振铃或其它失真的方式出现. 通过降低比特率, 在示波器上展宽时间尺度可检验问题是否由反射引起, 如图7所示解决措施可从以下几个方面来考虑: (1) 激光驱动器和激光二极管的距离要尽可能的短; (2) 确保在 PC 板布线时采用正确的阻抗控制技术; (3) 用时域反射仪来定位阻抗不连续点, 提高 PC 板布线质量; (4) 调整补偿网络元件 R_F 和 C_F 的值, 使传输线的负载端达到最佳阻抗匹配.

4 结束语

高速光收发模块电路板的设计是一个精确计算过程. IC 芯片的布放、驱动器和激光管的连接, 尤其是模块的少量分立元件设计都是影响质量的关键因素. 另外在高速板设计中, 如何消除串扰, 得到低噪声电路, 传输线及其端接应尽可能减少寄生电感, 都是元件布局和布线规则要考虑的问题, 本文不再赘述.

参考文献:

- [1] Chao Su, Lian Kuan Chen, K W Cheung. Theory of Burstmode Receiver and Its Applications in Optical Multiaccess Networks [J]. Light wave Technology, 1997(15).
- [2] Interface of Maxim Laser Driver and Laser Diode [J]. Maxim Integrated Products, 1999, 12.
- [3] 魏雪松. PECL 标准光收发器接口及应用 [J]. 电子产品世界 2000, (4).
- [4] 夏飞, 游佰强. 光收发模块分立元件实现方法探讨 [J]. 光通信技术, 2004, (4).

Optimum of the LD Interface Circuit in Transceiver Module

YIN Ai-han, ZHANG Qing-miao, ZHAN Ai-yun

(School of Information Engineering, East China Jiao Tong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In high-speed Transceiver module, the LD interface circuit is the keylinks determining whether a module can achieve its performance targets. Therefore, according to the characteristics of semiconductor laser, in the paper an alternating current coupling interface circuit has been introduced, which can optimize the design of the interface circuit through slightly adjusting electronic element when first measurement is made in the Transceiver module.

Key words: transceiver module; LD; laser driver chip; interface