基于 GN25L95 的 SFP 光模块方案设计

胡方衍

(武汉邮电科学研究院 湖北 武汉 430074)

摘要:提出一种基于 SEMTECH 公司 GN25L95 芯片对于 1.25G SFP(小型可插拔)光模块设计新方案。该方案在 PC-BA 电路上使用一片集成芯片代替传统发射与接收分别采用独立芯片的设计,从而降低模块成本。为了验证设计方案的可行性,对其随机抽样进行横向比较试验,并且与传统方案光模块进行对比试验,分析其技术指标。试验数据表明,该 SFP 光模块方案能在工业温度(-40 $^{\circ}C\sim+85$ $^{\circ}C$)范围内能符合设计要求,各项性能指标与采用独立芯片的传统方案一致。

关键词: 1.25Gb/s SFP; 光模块; GN25L95; SFF-8472

中图分类号: TN29 文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2016)12-0093-04

The design of SFP optical module scheme based on GN25L95

HU Fang-yan

(Wuhan Research Institute of Posts and Telecommunication, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper presents a new approach to design 1.25 SFP (Small Form Factor Pluggable) optical modules which is based on the chip of SEMTECH Company's GN25L95. Instead of using independent chips on the transmit circuit and receive circuit, this new scheme apples a single integrated chip on the PCBA, so that we can reduce the costs of the module. To verify the feasibility of the scheme, the comparative experiments have been made for the random samples of the new GN25L95 scheme, and an optical module which is used traditional scheme. And analyze their technical characters. The test results shows that, in the scope of industrial temperature (-40°C~+85°C), this approach is matched with the design requirements, its performance characters are consistent with the traditional scheme.

Key words: 1.25Gb/s SFP; optical module; GN25L95; SFF-8472

国务院 2013 年发布《国务院关于"印发"宽带中国战略及实施方案的通知》,我国宽带网络首次成为国家战略性公共基础设施。工信部为贯彻和落实国务院精神提出 2015 年具体目标新增光纤到户覆盖家庭 8000 万户,一批城市率先成为"全光网城市";其中新增光纤到户宽带用户 4000 万户,促进普通家庭上网体验得到飞跃性提升中。持续高涨的 FTTx建设热潮,激发了低速光模块巨大的市场需求。更低成本的解决方案无疑能使产品在低速光模块市场有着更大的竞争力。本文提出一种基于 SEMTECH 公司 GN25L95 单芯片的1.25GSFP 光模块降成本设计方案,并通过对比试验和数据分析得出相应的可行性结论。

1 1.25G SFP 光模块的工作原理

光收发模块(简称"光模块")的主要作用是进行"光电-电光"转换,它采用全双工模式,将从交换机或路由器接收到的数字信号转化成光信号发送到光纤,同时将来自光纤的光信号转换成数字信号传回给交换机或者路由器。光模块的应用速率从155M,1.25G到10G,40G不等,而其封装也有SFF、

SFP、QSFP+等的区别。本文将要探讨的是双纤 1.25G SFP 光 收发模块,其封装为 SFP,使用双向 LC 型连接器,最大支持 1.25Gb/s 的双向数据传输,兼容 SFF-8472 协议,可应用于 1.25Gb/s Ethernet 1000Base-LX 与 1.0625Gb/ Fiber Channel。

1.25G SFP 光模块在内部结构上分为光发射模块和光接 收模块。光发射模块的作用是将从交换机或路由器接收到的 数字信号转化为特定的光信号发送到光纤链路中,它通常由 激光器驱动电路、温度补偿电路和光发射次模块 (TOSA)组成。其中激光器驱动电路的作用是从主板(Host Board)接受的数字信号转换为驱动激光器调制电流并提供用于驱动激光器的驱动电流;随着温度的变化和 LD 的老化,斜效率会发生变化,而温度补偿电路的作用就是对激光器发出的光的功率和消光比进行正(或负)补偿。光接收模块的作用是将从光纤链路中接收到的光信号转换为数字信号发送到主板中,它通常由电流-电压转换电路、限幅放大电路、始终数据恢复电路(某些有)和光接收次组件(ROSA)组成。其中电流-电压转换电流是将光电探测器(PIN 或者 APD)中发出的电流信号通过跨阻放大器(TIA)放大为电压信号、限幅放大器的作用是将从 TIA 接收的模拟电压信号整型放大为可供主板端

收稿日期:2015-07-02

稿件编号:201507022

作者简介:胡方衍(1989--),男,湖北武汉人,硕士研究生。研究方向:光通信系统。

识别的数字电平信号,通常 PIN-TIA 或者 APD-TIA 会被集成为 ROSA 器件中,而不在 PCBA 的电路中。传统的 1.25G 光模块对于发射和接收每一部分功能电路都是由独立的芯片提供。图 1 为采用传统方案的 1.25G SFP 的电路构成。

区别于传统方案,本文所提方案采用 SEMTECH 公司的 GN25L95 芯片。该芯片集成了激光驱动、限幅放大与温度补偿功能,将传统的 3 片芯片合为 1 片,同时采用 4×4 mm QFN 封装,保持了尺寸的不变。在电路设计上采用该芯片,不仅降低了光模块的物料成本,同时也为设计更小尺寸的 PCBA 提供了可能。图 2 为采用 GN25L95 芯片的方案的 1.25G SFP 的电路构成。

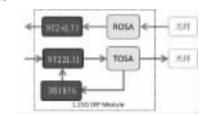


图 1 1.25G SFP 光模块传统方案电路构成

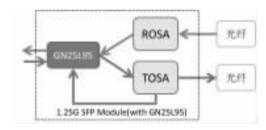


图 2 GN25L95 方案 1.25G 光模块电路构成

2 SFF-8472 协议简介

SFF-8472 协议定义规范了用于 SFP 光收发模块的数字诊断监控接口。它的作用在于对于 A0h 与 A2h 这两个 256 字节的存储表的内存映射和定义进行了明确的规范,使得任何遵从它设计的 SFP 光模块与终端设备进行互相识别,并能使得交换机或路由器能正确读出模块的监控信息^[3]。 SFF-8472定义了 5 种类型的基本监控值,分别为:模块温度、供电电压、发射偏置电流、发射输出光功率和接受光功率。这 5 个监控量对于交换机判断整个模块工作状态非常重要,交换机通过读出这 5 个监控量和相应的 warning 和 alarm 告警位,可以更加方便的监控模块,同时在出现异常时能迅速定位,简化了维护工作。而光模块设计方将依据各自的光模块的需求规格对这 5 个监控量的典型值进行合理的设定,从而有助于提供稳定的工作性能。

3 GN25L95 特性与关键引脚定义

SEMTECH 公司新近推出的 GN25L95 芯片结合了带有 突发模式的激光驱动器和一个用于光收发模块的后置限幅 放大器,并提供了完全兼容于 SFF-8472 的数字诊断监控功能。它的主要特点有^[4]:

- ①能提供最大 90 mA 的偏置电流和最大 85 mA 的调制电流:
 - ②提供用于完全兼容于 SFF-8472 的数字诊断监控功能:
 - ③自动功率控制与自动消光比控制:
 - ④高速的突发模式设定时间:
 - ⑤能为 APD 偏执控制提供 DAC 转换的电流;
 - ⑥Tx fault 检测和安全逻辑电路;
 - ⑦CSFP I2C 寻址的支持。
 - GN25L95 芯片的引脚分配形式如图 3 所示。

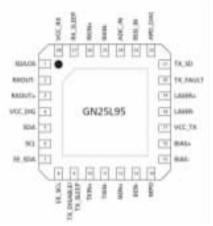


图 3 GN25L95 芯片引脚分配图

4 电路设计和关键配置

4.1 简化的原理图

图 4 位简化的 PCB 设计原理图

4.2 EEPROM 寄存器配置

GN25L95 提供了 3 种操作和配置内存接口的模式

- 1)内部 NVM 模式——使用内部 NVM 来存储配置数据
- 2)外部 EEPROM 模式——使用外部 EEPROM 来存储配置数据

3)外部 MCU 模式——使用外部 MCU 来存储和处理数据本文所探讨的方案采用的是的第 3 种模式,即外部 EEPROM 模式。为了能完整的提供可重复写入 SFF-8472 的数字诊断监控功能。GN25L95 需要外挂一个 8k bit 的 EEPROM,在模块上电时,EEPROM 里的数据将会载进 GN25L95 的易失性的寄存器中。图 5 为 8472 协议的字节和 GN25L95 的用于查找表等拓展表的字节的内存地址分布图。

4.3 电源与启动时序

GN25L95 芯片有 3 个独立的电源域:VCC_TX 是为发送机供电,VCC_RX 是为接收机供电,VCC_DIG 是为数字模块供电。VCC_TX 与 VCC_RX 既可以在物理上直接相连也可以各自独立供电。VCC_DIG 连接 VCC_RX 时,需要相应的滤波网络。但在设计电路时,因为不确定外部VCC_TX 与 VCC_RX 是否同时上电,所以还是应该将VCC_TX 与 VCC_TX 物理上直接相连,以保证它们的上电时序是一致的。

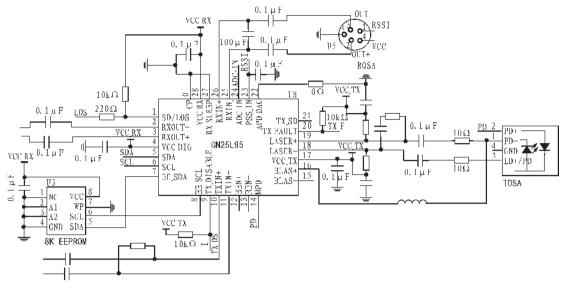


图 4 简化的 PCB 原理图

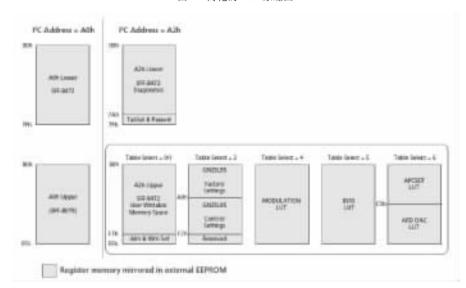


图 5 采用外部 EEPROM 的内存地址分布图

4.4 调制电流查找表 LUT(Look Up Table)

在数字光纤通信中,激光器发出的调制光可以看作是光频载波,光调制一般采用强度调制的方式。调制电路的主要功能就是为激光器提供产生光频载波所需的调制电流,并将电信号调制到光频载波上。调制电流的大小与消光比的大小息息相关,随着温度的波动,消光比会发生变化,维持消光比恒定或者在一定范围内的波动对于保持高低温下灵敏度恒定很有帮助。光模块一般有两种消光比补偿模式,第一种为自动消光比控制(Automatic Extinction Ratio Control ARC);第二种为查找表(Look Up Table LUT)。对于采用GN25L95本设计方案,采用查找表(LUT)模式,PCBA的EPROM 会有一片区域存储根据不同温度点算好的调至电流值,随着温度的变化,芯片会根据当前芯片算出来的上报温度直接去找对应的温度点的调制电流设定值,并用该值作为当前的调至电流值[5-6]。该查找表地址位于A2的高字节

的 Table 4。是一个 128 字节的存储单元。该 128 个字节的查 找表包含了 64 个温度点的值。从-40 \mathbb{C} 到+120 \mathbb{C} ,每 2.5 \mathbb{C} 一个对应的调至电流值。

5 模块测试

1.25G 20 km SFP 光模块的设计指标为光功率典型值-6 dB,消光比典型值12,灵敏度-28 dB。

试验中,随机选取 5 只按照 GN25L95 方案设计的 1.25G 20 km SFP 光模块和 1 只传统设计方案的光模块。将它们按照工业温度标准(-40 ℃~+85 ℃)进行验证。在试验中,选取了-40 ℃、+25 ℃和+85 ℃这 3 个温度点分别作为低温、常温和高温的测试环境。在每个温度点分别测量其发射光功率(实际值)、消光比、上报功率、偏流、灵敏度、告警点和恢复告警点。表 2 位试验数据。

图 6 为选取 GN25L95-1 模块的测试的眼图

表 2 对比测试数据								
Module	环境温度	功率	消光比	上报功率	偏流	灵敏度	Assert	De-Assert
	-40	-5.95	11.87	-5.96	8.00	-28.11	-30.94	-28.27
GN25L95-1	25	-6.02	12.22	-6.03	11.22	-28.19	-29.73	-27.42
	85	-6.60	13.43	-6.03	23.46	-28.25	-29.09	-26.74
GN25L95-2	-40	-6.33	12.05	-6.03	7.30	-28.19	-30.97	-28.37
	25	-5.82	12.03	-6.10	10.10	-28.09	-29.67	-27.43
	85	-6.20	13.42	-6.10	20.53	-28.17	-29.41	-26.95
GN25L95-3	-40	-6.38	11.95	-6.10	6.66	-28.11	-30.89	-28.26
	25	-5.78	11.78	-6.08	9.15	-28.20	-29.65	-26.82
	85	-6.77	13.35	-6.06	20.78	-28.07	-29.17	-26.58
GN25L95-4	-40	-6.54	12.22	5.85	8.54	-28.01	-30.57	-27.86
	25	-5.86	12.04	-5.88	11.70	-28.14	-29.25	-26.99
	85	-5.86	12.98	-5.92	23.33	-28.09	-29.18	-26.30
GN25L95-5	-40	-6.24	12.97	-6.00	8.10	-28.00	-30.76	-28.31
	25	-5.92	11.80	-5.95	10.68	-28.09	-29.60	-27.38
	85	-6.44	14.12	-5.98	23.46	-28.07	-29.66	-26.72
传统方案	-40	-5.72	11.97	-6.00	8.03	-28.11	-30.24	-28.08
	25	-5.54	11.45	-5.96	11.09	-28.26	-29.09	-26.41
	85	-6.38	13.17	-6.02	21.29	-28.03	-28.05	-26.08

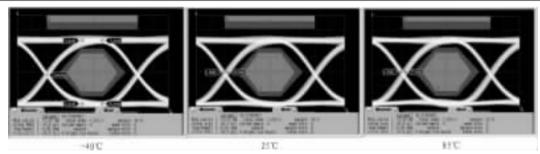


图 6 GN25L95-1 模块测试眼图

通过对这 5 只采用 GN25L95 方案的 1.25G SFP 模块试 验数据分析,其各项参测试数据均符合设计要求。同时将其 与传统方案的光模块对比,可以看出各项参数相比于传统方 案并没有异常的差异。

6 结束语

当前,社会对低速光模块有着巨大的市场需求,更低成 本解决方案的产品往往有更强的竞争力。本文针对 1.25G SFP 光模块提出采用 GN25L95 集成芯片设计方案,相较于传 统的发射与接收采用独立芯片的方案,成本更低。而通过对 比验证试验表明,采用 GN25L95 芯片的 1.25G SFP 光模块的 各项功能与技术指标都符合设计要求。这都将为其后期的小 批量验证(PVT)和量产(MP)提供技术基础和依据。

参考文献:

- [1] 李群. 宽带中国升级为国家战略明确时间表路线图[EB/ OL].(2013-08-18)http://it.chinabyte.com/11/12692511.shtml.
- [2] DS1856 Datasheet[R].Maxim integrated, 2006.
- [3] SFF Comunitiee.SFF-8472 Rev 11.0[S], Sept 14, 2010.
- [4] GN25L95 Final Data Sheet[R].SEMTECH Corporation, 2014.
- [5] 吴振刚,司淑平. 2.5G光模块的设计与调试[J].光纤光缆传 输系统,2014(4):13-16.
- [6] 张莉,夏振中,秦艳,等. 10Gbit/s SFP+ 短距离光模块的温 度补偿技术[J]. 光通信研究,2015(1):31-34.

欢迎订阅 2016 年度《电子设计工程》(半月刊)

国内邮发代号:52-142

国际发行代号:M2996

订价:15.00 元/期 360.00 元/年