

# 光纤通信复用段适配专用集成电路的设计

骆建军<sup>1</sup>, 吴瑶敏<sup>1</sup>, 张一鸣<sup>1</sup>, 邓先灿<sup>2</sup>

(1. 东方通信股份有限公司技术中心, 杭州 310013; 2. 杭州电子工业学院, 杭州 310012)

**摘 要:** 本文分析了光纤通信同步数字体系 SDH(Synchronous Digital Hierarchy) 中复用段适配功能(MSA: Multiplex Section Adaptation Function) 模块的输入、输出数据流的波动, 提出了一种产生其中的先进先出存储器(FIFO) 数据量监控信号的算法. 使用该算法的 MSA 功能专用集成电路设计用深亚微米加工技术实现, 达到了 ITU-T 所要求的逻辑功能和性能指标.

**关键词:** 光纤通信; 专用集成电路; 复用段适配功能; 先进先出存储器

**中图分类号:** TN929, TN431 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2001) 05-0686-03

## The ASIC Design to Implement MSA Function in SDH

LUO Jian-jun<sup>1</sup>, WU Yao-min<sup>1</sup>, ZHANG Yi-ming<sup>1</sup>, DENG Xian-can<sup>2</sup>

(1. R&D Center of Eastern Communications Co., Ltd., Hangzhou 310013, China; 2. Hangzhou Institute of Electronic Engineering, Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** The fluctuation of incoming and outgoing data streams of MSA(Multiplex Section Adaptation Function) in SDH is analyzed and an algorithm to generate data-monitoring signals in FIFO(First-in-First-out memory) is put forward in this paper. A MSA function ASIC design of this algorithm has been accomplished and realized by sub-micrometer process. The chip was proved to have achieved the requirements of ITU-T and have very good consequence in the simulation.

**Key words:** optical fiber communication; ASIC; MSA; FIFO

## 1 引言

光纤通信同步数字体系(SDH)是一种结合了高速大容量光纤传输技术和智能网络技术的传输体制,它能提供方便有效的数据复用和解复用功能,并能可靠地传输数据.在90年代初SDH光纤通信设备主要依赖进口.近年来,国内的许多高科技企业、研究所,都相继投入自主知识产权的设备开发,正逐步从外国公司手中夺回庞大的中国市场.但是,体现了核心技术的SDH专用集成电路却仍然依赖进口.这些芯片利润非常可观,当然其设计制作难度也很大.主要体现在:首先需要非常专业的整机系统知识背景,需要消化国际电信联盟(ITU-T)建议,已经超出了单纯的电路设计概念.其次,这些芯片集成度高,往往达到和超过数十万门的规模,也非纯粹的整机开发人员所能承担.因此,要突破这个技术难点,需要集成电路设计和整机开发的有机结合.

本文在系统级设计的原则下,尝试了IC设计和整机开发的有机结合,以复用段适配功能IC为突破口,取得了成功<sup>[1,2]</sup>.

## 2 MSA 功能简介

复用段适配功能块(MSA)在SDH系统中起着重要的作用.在ITU-T建设中给出的MSA功能下行方向的处理流程图参见G 783<sup>[3]</sup>.对于STM1,MSA可以由指针解释模块(Pointer

Interpreter)、弹性缓存器(Elastic Store)、和指针生成模块(Pointer Generator)组成.弹性缓存器的核心是一个双口FIFO.该FIFO产生的数据量监测信号输出至指针生成模块,用以控制指针调整操作.当FIFO中的数据量超过回滞区间(hysteresis threshold spacing)的上限时,指针生成模块产生指针负调整操作;当FIFO中的数据量低于回滞区间的下限时,指针生成模块产生指针负调整操作;当FIFO中的数据量在回滞区间内时,指针生成模块指针保持不变,不做指针调整操作.所以,FIFO除了要向指针生成模块输出数据溢出指示信号外,还要有FIFO内数据量的指示信号.当数据量超过一定的范围(回滞区间上限)时输出数据超过上界信号,当数据量低于一定的范围(回滞区间下限)时输出数据低于下界信号.

MSA指针处理都是以三字节为单位,所以将输入8位数据三分频后,变成24位数据输入FIFO,以简化操作.ITU-T建议FIFO的回滞区间至少为12字节,因为相位差别导致的FIFO数据流波动最大值为9字节,同时,FIFO还要容忍指针正、负调整一次的数据量波动3字节.所以FIFO长度应大于 $12 + 9 + 2 * 3 = 27$ 字节.(本设计只考虑AU-4情况)综合设计上的方便,缓解写入FIFO数据流波动及为其留出适当余量等因素,将FIFO存储器规模定位 $16 * 3 = 48$ 字节,调整回滞区间为 $4 * 3$ 字节.满足ITU-T的要求.



至于尚未来得及产生 ES\_UPPER 或 ES\_LOWER 信号,在判断的间隔内就溢出了。

由于输出数据的指针调整最快是每 4 帧一次,对 FIFO 内数据量判断的实时性要求并不高,适当的间隔反而会增强稳定性,从实际效果上看是增大了调整的回滞区间。

由以上考虑,每四个读时钟判断一次是可行的。在验证中也的确产生了非常好的效果。

## 5 测试结果

最终的管脚及其对应的内部逻辑框图如图 1 所示。

该芯片规模超过十万门,整个 FIFO 模块规模约占总体规模的三分之一。芯片特性主要体现在是否满足了 ITU-T 提出的各项要求,关键在于出入 FIFO 数据和控制信号是否按照算法流动及控制。

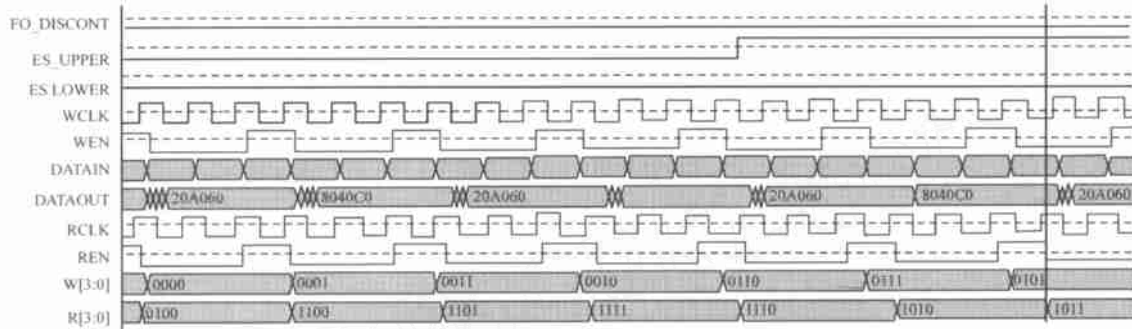


图 2 数据超过上界信号产生

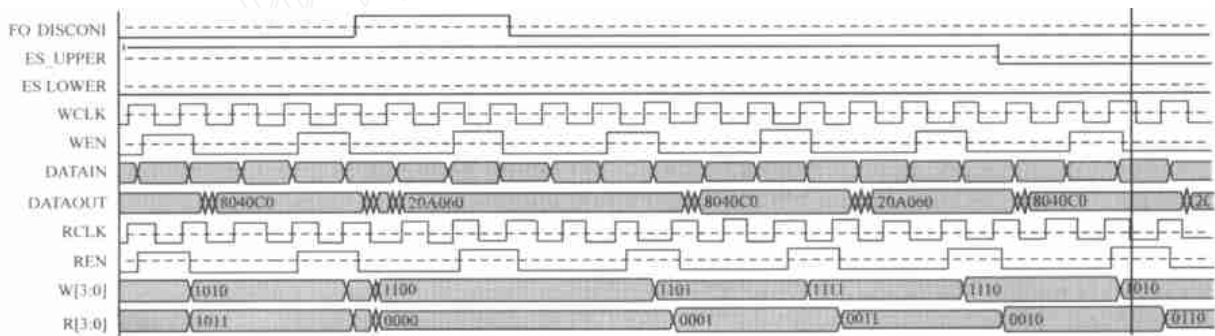


图 3 数据积累至溢出

FIFO 的部分波形结果如图 2、图 3 所示,该波形在 MENTOR GRAPHICS 公司之 QUICKSIM 环境下生成。其中, WCLK 和 WEN 是写时钟和写使能信号, RCLK 和 REN 是读时钟和读使能信号。DATAIN 和 DATAOUT 是数据输入和输出信号。图 2 对应于数据超过上界信号 ES\_UPPER 稳定地输出高电平的情况,图 3 对应于 FIFO 中数据的积累过多,出现了 FO\_DISCONT 断帧指示使读计数器和写计数器复位,产生的信号均符合前面所述之要求。

## 6 结论

本芯片采取了“设计在内,加工在外”的思路,即在国内完成整个电路的设计、仿真过程,而把芯片的半导体加工放到国外先进的生产线上完成。按照该思路,芯片最终采用深亚微米工艺实现,采用 PQFP 封装,并在实际的应用中已经通过验证,达到了 ITU-T 的各项要求。本芯片的实践说明,系统级设计在国内通信领域大规模集成电路方面大有可为。

## 参考文献:

- [1] Y. 齐维迪斯等编,石秉学等译. MOS VLSI 电信电路设计 [M]. 人民邮电出版社, 1987.

- [2] 韦乐平. 光同步数字传输网 [M]. 北京人民邮电出版社, 1993.  
[3] ITU-T G. 783/709 [S].

## 作者简介:



骆建军 1991 年毕业于上海交通大学电子工程系, 1993 年、1997 年分别在杭州电子工业学院、浙江大学获得硕士、博士学位。一直从事集成电路设计工作, 曾获电子工业部科技进步三等奖, 发表论文近 10 篇。现任东方通信股份有限公司技术中心微电子应用部主任。



吴瑶敏 1994 年毕业于北京理工大学, 1997 年获该校微电子专业硕士学位。1997 年至今, 在东方通信股份有限公司微电子应用部从事 IC 开发, 专长于通信领域数字集成电路的设计。