

文章编号: 1001-3806(2003)05-0393-03

## 一种面向分组业务的新型 OADM 结构\*

纪越峰 柏琳 徐大雄  
(北京邮电大学, 北京, 100876)

摘要: 分析了一种面向分组业务的新型光分插复用器(OADM)结构,采用光正交码的自相关性与互相关性,给出了全光地址的识别机理,并将其原理应用于新型的光网元节点中,说明了设计方法、应用示例和仿真结果。

关键词: 光纤通信; 光分插复用; 地址识别; 分组业务

中图分类号: TN929.11 文献标识码: A

## A new OADM architecture for packet service

Ji Yuefeng, Bai lin, Xu Daxiong

(Beijing University of Posts & Telecommunications, Beijing, 100876)

**Abstract:** In a new OADM (optical add/drop multiplex) architecture for packet service is described. It uses the auto-correlation and cross correlation of optical orthogonal codes for address recognition by all optical method. The principle is put into the optical network element. The design method is described and discussed. The application demonstration and simulation are given.

**Key words:** optical fiber communication; optical add/drop multiplex; address recognition; packet service

### 引言

光分插复用器(optical add/drop multiplex, OADM)是光传送网中的重要网元之一,也是目前国际上的研究热点之一,它采用了先进的光器件和新的结构,实现了光信号的直接上路、下路或直通。但目前“光路”路由的选择还是依靠网管指配,采用的业务连接类型仍然是“电路交换”类。在基于分组的光交换系统中,为了给每一个分组选择路由,需要处理其中的路由标志信息,而采用全光的地址处理技术可以减少处理时延,提高信息处理速度和网络吞吐量<sup>[1~5]</sup>。本文中提出了一种新型的、面向分组业务的光分插复用器(packet optical add/drop multiplex, POADM)的功能结构模型,将光正交码(OCC)的概念引入到 OADM 中,分析了其中的全光地址识别基本原理,给出了具体的设计方法、实现机理以及具体的实现技术。

### 1 POADM 的基本原理

图 1 给出了一种 OADM 的新型结构,其中的一

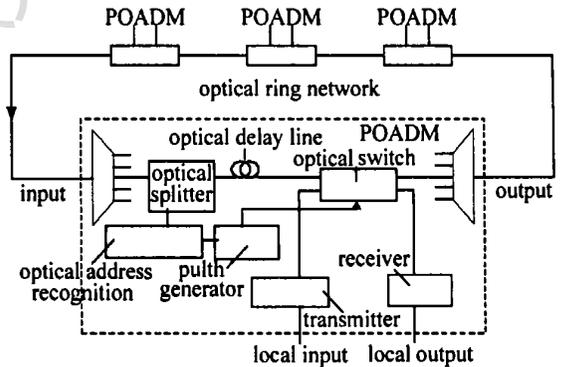


Fig. 1 The sketch map of POADM

个重要的功能模块为全光地址识别器,其识别原则为:如果输入信号的地址与本地节点的地址相同,则光地址识别器将产生自相关脉冲,否则将产生互相关脉冲。由于自相关脉冲序列中的中心脉冲明显高于互相关脉冲,因此,在设定光阈值之后,可以只保留自相关峰值,并依此判定该分组信号是给本地节点的,然后通过脉冲变换器产生“1”脉冲,使光开关呈交叉态(目前的商用光开关仍是电控方式,待光控开关从实验室样品中完全成熟后,可直接利用光脉冲来控制),从而将光分组信号下到本地;否则光信号将直通下一个节点,达到全光地址识别的目的。

\* 国家自然科学基金、教育部重大项目及跨世纪优秀人才培养计划基金资助项目。

作者简介:纪越峰,男,1960年10月出生。教授。现主要从事光波技术与宽带信息网络的科研与教学工作。

收稿日期:2003-01-22;收到修改稿日期:2003-05-28

图中的本地发送部分中含有全光地址码产生器模块,它是根据欲去往目的节点的地址函数而设计的,其编码规则与目的节点的识别规则相对应。要说明的是图1中只重点画出了单路地址识别部分,至于POADM的其余功能部分与目前提出的OADM功能模块相似,只是部分部件对响应速度的要求更高,此处未标出。

## 2 全光地址识别器的构成机理

### 2.1 设计规则

光正交码是在光域上进行编码一种形式,具有良好的自相关性和互相关性<sup>[6-8]</sup>,在全光编/解码领域中占有重要位置。将其基本原理应用于全光组网中。针对光传送网(如全光环网)的特点,本文中提出的设计规则为:对每一个光节点分配有一个地址码,当接收来自其它节点的分组包中的地址信息码时,经判决只有与本节点地址相吻合的分组包才会下载。因此,对第*i*个光节点而言,可以预先设计好一个独立的识别响应函数(码字) $X^{(i)}$ 。由于全光地址识别技术与输入序列中“1”bit数目及所在位置密切相关,为了简单起见,本文中引入码位区组的概念,即第*i*个识别码字的码位区组设为 $k^{(i)} = \{k_1^{(i)}, \dots, k_j^{(i)}, \dots, k_m^{(i)}\}$ ,其中 $k_j^{(i)}$ 表示码字中的第*j*个“1”在识别码字序列 $X^{(i)}$ 中所处的位置( $1 \leq j \leq m$ ),*m*为光正交码码重(即码字中“1”的个数)。

为了将光正交码和全光地址识别技术应用于全光网中,给出如下规则:在全光网络中,第*i*个光节点中的全光地址识别的响应函数可根据一维光正交码 $X^{(i)}$ 来设计,其码位区组为 $\{k_1^{(i)}, \dots, k_j^{(i)}, \dots, k_m^{(i)}\}$ ,图2给出了基本结构,它由光分路器、光合路器和光纤延迟线(FDL)组成<sup>[6]</sup>,其中,*T*表示1个分组的长度时延, $k_j^{(i)}T$ 表示 $k_j^{(i)}$ 倍的*T*时延。

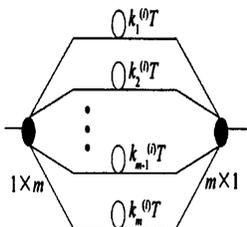


Fig. 2 Optical address recognition (*i*<sub>th</sub> node)

对于其它节点的发送端来说,在发送分组包中,其全光地址编码部分是根据目的节点的识别响应函数 $X^{(i)}$ 进行相应的编码构成的,其编码函数(码字)与 $X^{(i)}$ 只是时序相反,其码位区组为: $\{n - k_m^{(i)} -$

$1, \dots, n - k_j^{(i)} - 1, \dots, n - k_1^{(i)} - 1\}$ ,其中,*n*为光正交码的码长,图3给出了基本结构。

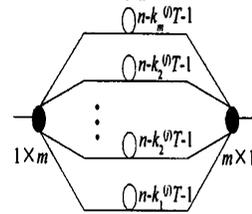


Fig. 3 Optical address generator (to *j*<sub>th</sub> node)

例如:令码重*m*为4,码长为32,若取光正交码中的码位区组(0, 9, 12, 27)<sup>[7,8]</sup>构成为全光地址识别器I的响应函数,相应的远端发送全光地址产生码I的码位区组为(4, 19, 22, 31),考虑到FDL设计上的相对时延,可减去第一因子的延时量,即每段均扣除4个分组长度的时延。若取光正交码中的码位区组(0, 4, 11, 30)构成全光地址识别器II,相应的远端发送全光地址产生码II的码位区组为(1, 20, 27, 31),考虑到相对时延,可减去第一因子的延时量,即每段均扣除1个分组长度的时延。根据这一设计原则,下面给出利用FDL设计的应用示例,包括有全光地址识别器和全光地址产生器。

### 2.2 模拟仿真与结果分析

根据所提出的设计规则,给出了一种以3节点为例的环网应用示例(见图4)和仿真结果(见图5)。

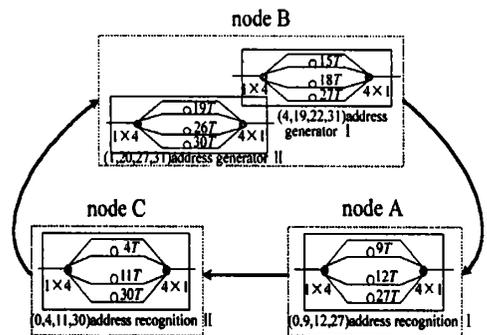


Fig. 4 Application of POADM (only address generator and recognition)

在节点A设置(0, 9, 12, 27)全光地址识别器I,若节点B的分组信号想发往节点A,则只需启动内部的(4, 19, 22, 31)全光地址产生器I,此时,由节点B发出的分组只在节点A才生成自相关脉冲(见图5a),并使信号落地。若节点B的分组信号想发往节点C,则只需启动内部的(1, 20, 27, 31)地址产生器II,此时由节点B发出的分组在经过节点A时,只生成互相关函数(见图5b),信号将直过去,只有传到节点C才生成自相关脉冲(见图5c),并使信号落地。

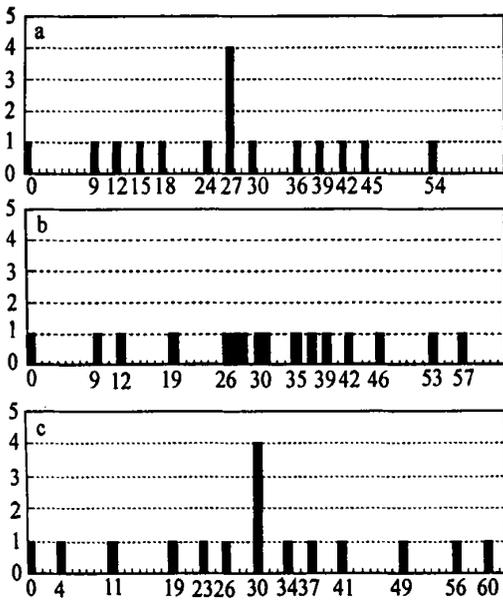


Fig. 5 Simulation results

a—the autocorrelation waveform in node A b—the cross correlation waveform in node A c—the autocorrelation waveform in node C

设光正交码的相位不匹配自相关峰和互相关峰分别为  $\lambda_A$  和  $\lambda_C$ , 相位匹配自相关峰为  $\lambda_{max}$ 。从仿真结果可见, 由图 4 所示的 POADM 组网中,  $\lambda_A = \lambda_C = 1$ ,  $\lambda_{max} = 4$ , 其差别为 3, 对光学处理中的阈值设定十分有利。

### 3 结束语

由电路交换向分组交换演进是电信网络的发展趋势之一, 在光传送网上体现为不同的支撑技术, 设计了一种面向分组业务的新型 OADM 结构, 给出了设计原则和研究结果, 为进一步深入研究与应用奠定了良好基础。

#### 参 考 文 献

- [1] Shivakela E S, Sivarajan K N, Selvarajan A. J Lightwave Technol, 1998, 16(4): 501~ 508.
- [2] Park E, Mendez A J, Gamire E M. IEEE Photon Technol Lett, 1992, 4(10): 160~ 1162.
- [3] Cotter D, Lucek J K, Shabeer M *et al.* Electron Lett, 1995, 31(23): 2201~ 2202.
- [4] Lee S W, Green D H. IEE Proc-Communication, 1998, 145(4): 265~ 271.
- [5] Shin J D, Jeon M Y, Kang Ch Shin. IEEE Photon Technol Lett, 1996, 8(7): 941~ 943.
- [6] Zhang J G, Sharma A B, Kwong W C. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1998, 44(3): 952~ 962.
- [7] Chung Fan R K, Salehi J A, Wei V K. IEEE Transactions on Information Theory, 1989, 35(3): 595~ 604.
- [8] Salehi J A. IEEE Transactions on Communications, 1989, 37(8): 824~ 833.

(上接第 392 页)

密切相关, 这就要求在绕制线圈时尽量使结构坚固、紧密。采取这些措施后, 经校验后 Rogowski 线圈的精度为 0.15%; 由(2)式可知, 误差与 VFC 有关, 还与电阻和电容和 AD537 的压值有关, 选用精度高、性能好的元器件及芯片, 其精度可达 0.10%。

#### 2.2 环境温度的变化引起的误差

在我国室外温度变化范围为  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $70^{\circ}\text{C}$ , 温度变化  $5^{\circ}\text{C}$  时, 电子元件的阻值会变化  $0.1\Omega$ , 因此环境温度的影响是不能忽略, 但在实际应用中要采取补偿措施, 减小温度对测量结果的影响。

#### 2.3 电源部分引起的误差

系统使用硅光电池作电路电源, 用大功率 LD 为其提供光能。LD 的输出波长随环境温度的变化发生漂移, 从而影响光电池输出电压的稳定; 其测量精确度还受到光谱宽度、功率漂移和恒流源纹波等因素的影响, 合理地选择光源和设计驱动电流时十分重要的, 为了保证测量的精度, 要求光源的纹波系数尽可能的小。采取上述措施后, 电源输出电压的稳定度为 5%。

### 3 结 论

所提出的光电式电流互感器集光纤通信和微机技术于一体, 克服了传统的取样线圈的缺点。采用光纤技术起到安全作用; 采用激光功能方式, 使传感器工作稳定, 能满足实际工作要求。该器件在实际使用中会得到进一步的改进, 有着广阔的发展前景。

#### 参 考 文 献

- [1] Harms H, Papp A. Appl Opt, 1980, 19(22): 3741~ 3745.
- [2] Maffetone T D, McClelland T M. IEEE Transactions on Power Delivery, 1991, 6(4): 1430~ 1437.
- [3] Yamagata Y, Oshi T, Katsukawa H *et al.* IEEE Transactions on Power Delivery, 1992, 8(3): 866~ 873.
- [4] Katsukawa H, Ishikawa H, Okajima H *et al.* IEEE Transactions on Power Delivery, 1995, 11(2): 702~ 707.
- [5] Yoshida Y, Kawazoe S, Ibuki K. IEEE Transactions on Power Delivery, 1992, 7(4): 1805~ 1812.
- [6] Ulmer E A. IEEE Transactions on Power Delivery, 1990, 5(2): 892~ 898.
- [7] Cease T W, Driggs J G, Weikel S J. IEEE Transactions on Power Delivery, 1991, 6(4): 1374~ 1379.
- [8] Saw a T, Kurosawa K, Kaminishi T. IEEE Transactions on Power Delivery, 1990, 5(2): 884~ 891.
- [9] Stolen R H, Turner E H. Appl Opt, 1980, 19(6): 842~ 845.