

城域CWDM系统的关键器件

杨拥军* 陈福深

(电子科技大学 宽带光纤传输与通信系统技术国家重点实验室 成都 610054)

【摘要】介绍了光器件在粗波分复用系统中的应用，并与密集波分复用器件进行了比较，论述了这些器件在城域粗波分复用系统中的应用优势，指出该器件的进一步研发方向。

关键词 粗波分复用；城域网；密集波分复用；光器件

中图分类号 TN929.11 文献标识码 A

Key Devices of CWDM System in MAN

Yang Yongjun Chen Fushen

(State Key Laboratory of Broadband Optical Fiber Transmission and Communication Networks, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract This paper introduces the applications of optical devices in coarse wavelength division multiplexing system, comparing with that of dense wavelength division multiplexing system, obtains the advantages over coarse wavelength division multiplexing system, points out the RD direction further of coarse wavelength division multiplexing device at last.

Key words coarse wavelength division multiplexing; metropolitan area network; dense wavelength division multiplexing; optical device

粗波分复用(coarse wavelength division multiplexing, CWDM)技术和密集波分复用(dense wavelength division multiplexing, DWDM)技术同是波分复用(wavelength division multiplexing, WDM)技术的一种形式，但其波长间隔较大，达到20 nm，全波段上可以容纳16个波长进行通信^[1]。

上世纪80年代初，Quante公司已将CWDM技术应用于多信道的视频图像传输。在多模光纤的850 nm窗口，波长间隔为25 nm的条件下，能够达到4个通道，每通道140 Mb/s的传输速率。随着垂直腔面发射激光器和薄膜滤波器技术的出现，CWDM系统的成本得到大大降低，复用的波长也有所增加，并以其低廉的成本和传输数据的透明性开始应用于城域网。

1 城域CWDM用关键器件

1.1 CWDM用光纤

ITU-T G.692.4建议规定了CWDM系统使用的中心波长^[2]，从1 260~1 625 nm，5个波段的范围内共有18个波长可以使用。

对于普通的G.652光纤，在E波段由于水峰存在，损耗较大，最大损耗可为2 dB/km，对城域CWDM系统的应用十分不利。为此，ITU-T制定了G.652.C光纤标准。G.652.C低损耗光纤极大地消除了E波段的水峰损耗。目前，Corning和OFS都可提供符合G.652.C标准的低损耗光纤。另外，已经铺设的色散位移光纤在C波段因四波混频现象而不能应用于DWDM系统，而在CWDM系统中则不存在这个问题，色散位移光纤能够重

2002年11月30日收稿

* 男 24岁 硕士生 主要从事集成光器件方面的研究

新应用于城域CWDM网络中,其他类型光纤也可应用于CWDM网络中。

1.2 CWDM用激光器

为了降低CWDM系统的成本,可采用基于DFB技术的直接调制激光器,这种激光器具有成本低、线宽窄、色散低、高边模抑制比的特点,能够在G.652光纤上以2.5 G/s的速率传输80 km。由于CWDM的波长间隔较大,系统要求降低,使得CWDM激光器的成本大幅降低。在激光器的制造上,波长容差是一个非常关键的因素。由于CWDM激光器的容差比DWDM激光器大,因此CWDM激光器不需要冷却,而带Peltier冷却设备和热敏电阻的蝶形DWDM激光器要贵得多。另外,激光片的成品率低也增加了DWDM激光器的造价。

在功耗上,DWDM激光器比CWDM激光器大。DWDM激光器采用的冷却器及其控制电路每波长要消耗约4 W的功率,而没有冷却器的CWDM激光器仅消耗0.5 W的功率。在物理尺寸上,不带冷却器的激光器一般是由激光片和密封在带有玻璃窗口的金属容器中的监控光电二极管构成,商用产品中,DWDM激光发射机的尺寸约是CWDM激光发射机体积的5倍^[3]。

1.3 CWDM用光滤波器和光波分复用器

光纤通信中所使用的光滤波器按其工作原理可分为F-P腔型光滤波器、MZ干涉型光滤波器、基于光栅的光滤波器和薄膜光滤波器,CWDM滤波器通常使用薄膜滤波器(TFF)技术。

薄膜干涉滤波器一般采用微等离子技术制作^[4],在玻璃衬底上淀积两种致密的介质层,其介质层以1/2波长的单位厚度交替淀积,所用的介质层材料一般为SiO₂和TiO₂,这是由于两者折射率之间有大的差异。当光入射到高折射率层时,反射光没有相移;当光入射到低折射率层时,反射光有相移,并与高折射率层的反射光同相相叠加。各层反射光在中心波长附近叠加后,在滤波器前端面形成很强的反射光,而在高反射区之外,反射光大大降低大部分光成为透射光,因此可对一定波长范围呈通带,而对另外波长范围呈阻带,从而形成所需求的滤波特性,利用这种具有特定波长选择特性的干涉滤波器就可以将不同的波长分离或合并起来。腔的数量越多,CWDM滤波器的通带形状越好,即通带的顶部变得平坦及边缘变得陡峭。

多层干涉薄膜滤光片具有非常低的温度系数0.002 nm/℃,能够保证长期的稳定性,如偏振相关损耗小、色散小和偏振模色散小等。多层干涉膜滤波技术广泛应用于DWDM组件中,而且CWDM组件是唯一有实用价值的选择^[4]。另外,CWDM滤波器的成本比DWDM滤波器低。DWDM系统中使用的100 GHz滤波器约有150层,而CWDM系统的20 nm滤波器约有50层,所以CWDM滤波器的成本比DWDM滤波器少50%。

目前,以介质膜滤光片制作CWDM波分复用器是最为成熟的方法,有插入损耗小、带宽宽、稳定性好等特点。其波长温度特性可小于1 pm/℃,不需要温度控制。从稳定性及生产等方面考虑,薄膜滤光片型CWDM波分复用器的制作一般采用各个单元级联的方式,单元的基本结构为单个滤光片结构,每个滤光片具有只透过某个波长而其余波长全部反射的性质。在此基础上,4通道解复用器的结构需要4个基本通道单元,由光路可逆原理,也可以用作复用器。

1.4 CWDM用光开关和光分插复用器OADM

光波导开关集成面阵也是构成OXC和OADM的关键部件,目前常用的有MEMS光开关、电光效应光开关、热光效应光开关、液晶光开关、全息光开关、声光开关、液体光栅光开关、SOA光开关和机械式光开关等^[5,6]。

MEMS(micro electro mechanical systems)是由半导体材料构成微机械结构,如Si等。它将电、机械和光集成为一块芯片,能透明地传送不同速率、不同协议的业务,MEMS已广泛应用在工业领域。MEMS器件的结构很像IC的结构,其基本原理是通过静电的作用使可以活动的微镜面发生转动,从而改变输入光的传播方向。MEMS既有机械光开关的低损耗、低串扰、低偏振敏感性和高消光比的优点,又有波导开关的高开关速度、小体积、易于大规模集成等优点,MEMS光开关交换技术的解决方案已广泛应用于骨干网或大型交换网。

电光开关是利用电光效应达到改变波导材料的折射率而实现的光开关,其材料包括铌酸锂、半导体材料和有机聚合物材料。电光开关的优点是开关速度快、集成方便,不足之处是高的偏振相关损耗和高的串扰。以LiNbO₃为材料的电光开关通常采用M-Z干涉仪型结构,如图1所示。当光从端口1输入时,通过改变电极上的电压而改变波导的耦合状态,使光从端口2或端口3输出,从而达到开关的目的。

光分插复用器OADM实现在WDM光纤中有选择地上/下特定的任何速率、格式和协议类型的所需光波长信道,是WDM网络与用户接口的界面。OADM一般由复用器、解复用器、光开关阵列的单片集成或混合集成。在城域CWDM系统中,为了降低其成本,可选用成本低廉且技术成熟的介质膜滤光片来构成。这种技术所构成的OADM优点是顶带平坦、波长响应尖锐、温度稳定性好、损耗低、对信号偏振不敏感,在商用系统中广泛应用。

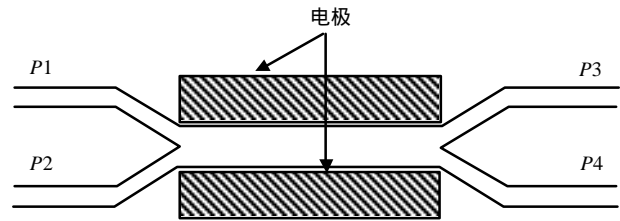


图1 M-Z型LiNbO₃电光开关原理

2 结束语

随着CWDM系统在城域网的广泛应用, CWDM用的光器件也将迅速发展。在发射机端,由于大范围可调谐激光器的技术成熟和成本降低,必将在CWDM系统中取代固定波长的激光器,挖掘光网络的全部潜能。在光开关方面,产品还不是很成熟,国内外的厂商都处在研发阶段,但随着技术进步,光开关的应用为期不远。此外,全光的波长转换器也是光器件研发的重点。利用光可调滤波器、光开关和全光波长转换器还可以构造OXC和动态的OADM。随着这些器件和组件研发成功和成本降低,必将使光网络更加可靠,为CWDM的全光网络的规模应用奠定坚实的基础。

参 考 文 献

- [1] Jeff H. Coarse WDM: a cost-effective choice for the short haul, optical networking[J]. Laser Focus World, 2002, 38(1): 32-36
- [2] ITU. Sets Global Standard for Metro Networks [EB/OL][S]. http://www.itu.int/newsroom/press_release/2002/14.html
- [3] 卢 桦, 管 键. 稀疏波分复用与密集波分复用的比较[J]. 通信世界, 2002, 8(92): 42-43
- [4] 林洪榕 迟小玲 李利军. 光滤波器: 结构、原理与特性[J]. 激光与光电子学进展. 2001, 36(431). 31-37
- [5] 谢世钟, 陈明华, 王国忠. 光传送网中光开关器件的进展[J]. 中兴通信技术, 2002, 3(33): 13-17
- [6] 胡军武, 吴 涛. 光开关和光开关阵列技术的发展研究[J]. 光通信研究, 2002, 10(109): 58-62

编 辑 徐培红