光子学器件与工艺

张荣君 复旦大学信息学院 光科学与工程系

平面光波导分路器 及其在无源光网络中的应用 PLC Splitter In PON System

PLC: Planar Lightwave Circuit

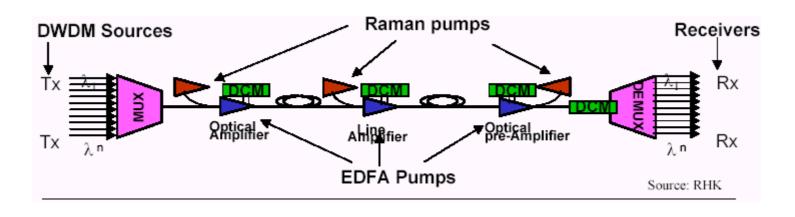
PON: Passive Optical Network

提纲:

- 1、背景简介
- 2、两种类型的分路器:
- ① 熔融拉锥型耦合器(FBT Coupler)
- ② 平面光波导分路器(PLC Splitter)
- 3、PLC Splitter & FBT Coupler对比
- 4、博创科技的系列PLC Splitter
- 5、应用:上海市FTTx-PON应用案例

1、简介: 光纤通信市场需求动向

- □更多的波长通道(40、80、160→)
- □更快的数据速率(2.5Gbit/s、10Gbit/s、40Gbit/s→)
- □更远的无中继传输(1000km、2000km →)
- □各种数据制式透明(SONET、ATM、Ethernet)
- □利用已铺好的光纤(旧的、新的都用起来)
- □便宜、再便宜(光纤到家)



Components for the Optical Network

- **■** Managing More Wavelength Channels
 - **✓** Array Waveguide Grating (AWG) (>40 Channels)
 - **✓ L-Band Components**
 - o Amplifiers, Sources, Modulators, AWG Routers
 - **✓** Wavelength Tunable Stabilized Sources
 - Digital Controlled Transmitter with integrated wavelength locker
- Span Optimization
 - **✓** Dynamic Gain Equalization
 - **✓ Dynamic Dispersion Compensation**
- Optical Power Management
 - **✓** Amplifier
 - **✓** Dynamic Channel Equalization
 - **✓** Variable Optical Attenuators
- **■** Network Configuration
 - **✓** Programmable Optical Add Drop Modules
 - **✓** Optical Switches

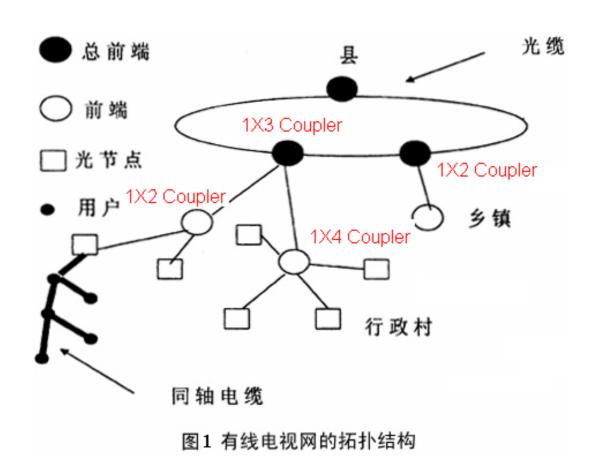
- 2、两种类型的分路器:
- □ 熔融拉锥型耦合器(FBT Coupler) 和平面光波导分路器(PLC Splitter)

- □ 功能:
 - ①把一路入射光分成N路光束并沿N个分支传播(分波);
 - ②把N路分支入射光合成一路光束并沿该路传播(合波)。

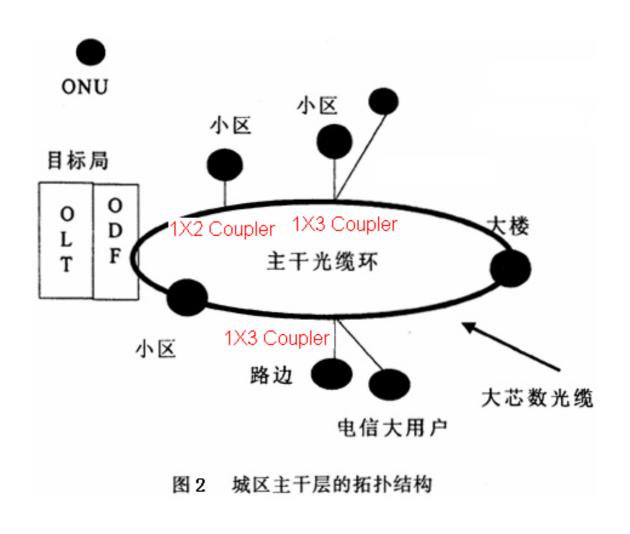
(1) 熔融拉锥型耦合器(Fused Biconical Tapered Coupler,即FBT Coupler)

——现有光网络中的光耦合器

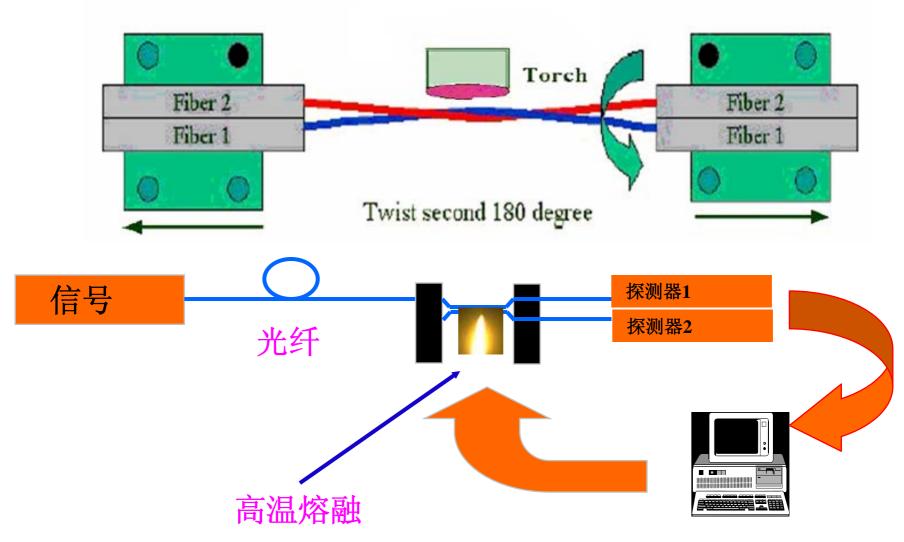
光耦合器在现有网络中应用—CATV(有线电视网)



光耦合器在现有网络中应用—电信城域环网



光耦合器的制备工艺

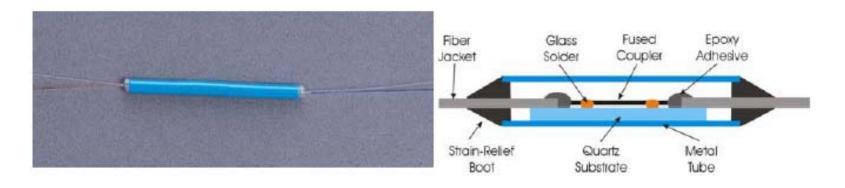


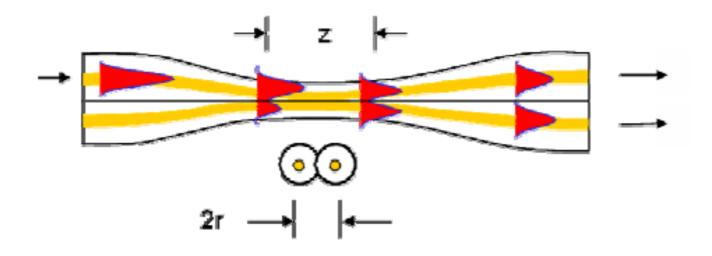
控制系统

FBT Couplers

□ Configuration

Principle: Directional Coupler

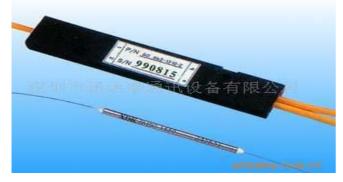




光耦合器图片



1X8 Coupler内部图



1X2 Fused Coupler



1X16 Fused Coupler

现有光耦合器缺点

- 工作波长单一: 1310nm, 1490nm, 1550nm
- 分支数: 低分路
- 分光比: 不均分
- 插入损耗随温度变化而变化较大
- 多路体积较大,可靠性降低,安装空间受到 限制。

(2)、平面光波导分路器

(Planar Lightwave Circuit Splitter, 即PLC Splitter)

Why PLC Splitter

- PON对带宽的要求
- 多分路情况下的可靠性要求
- 分光均匀性要求
- 大规模生产的要求
- 新技术的推动

Advantages of PLC Splitters:

- □ Broad operating wavelength range (1260~1650nm)
- **■** Low Insertion Loss and Uniformity
- **■** Low temperature dependent loss
- **□** Small Dimensions
- **□** Long Term Reliability

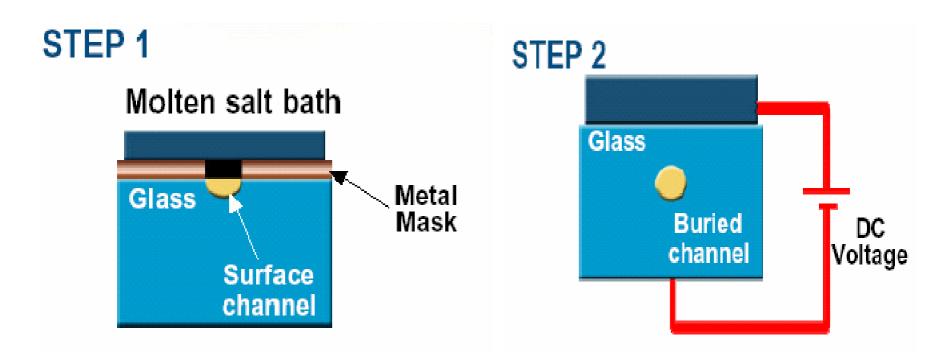
Fabrication Processes of PLC Splitters

- a. Chip Fab Processes: Main Three Type
- **■** Ion exchange with glass substrate
- □ Plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD)
- **□** Flame hydrolysis deposition (FHD)

b. Package

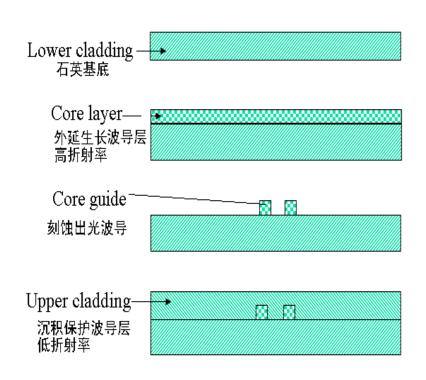
- □ Fiber array to chip coupling,
- **□** Final assembly

a. Chip Fab: Ion Exchange

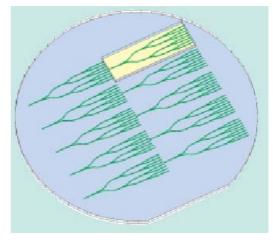


原理:玻璃中的Na₂O、K₂O和CaO等金属化合物在高温下离化为离子,游离于SiO₂之类的网目结构中.当玻璃加热到一定温度时,外部的阳离子就扩散到玻璃内部,改变玻璃的成分从而影响玻璃内部离子的极化率,进而改变玻璃的折射率,这就是热离子交换,如果加电场,将对离子扩散起促进作用,则为电场辅助离子交换。

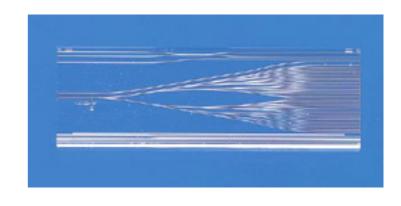
Chip Fab: PEVCD / FHD Process



还有光刻、刻蚀、切割、 抛光等工艺过程

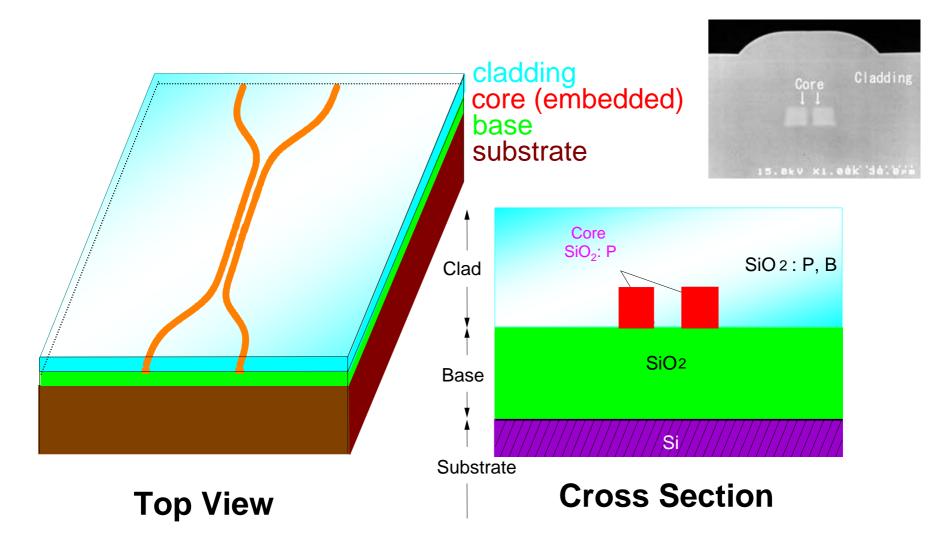


Wafer

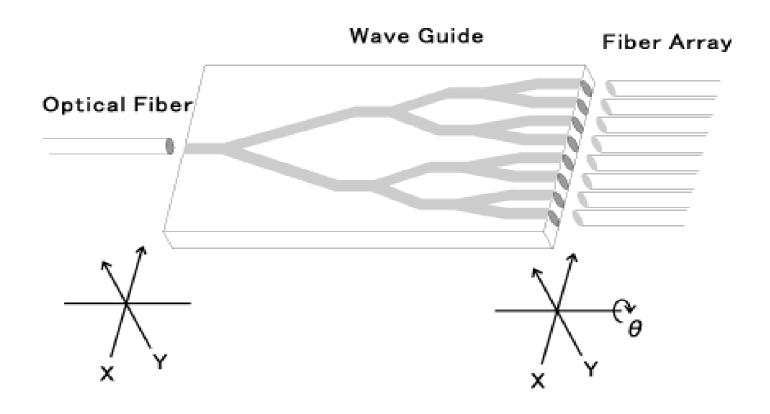


Chip

Silica Planar Waveguides: Basis for Integrated Optical Circuits



b. Package: Fiber Array to Chip Coupling



PLC Splitter封装

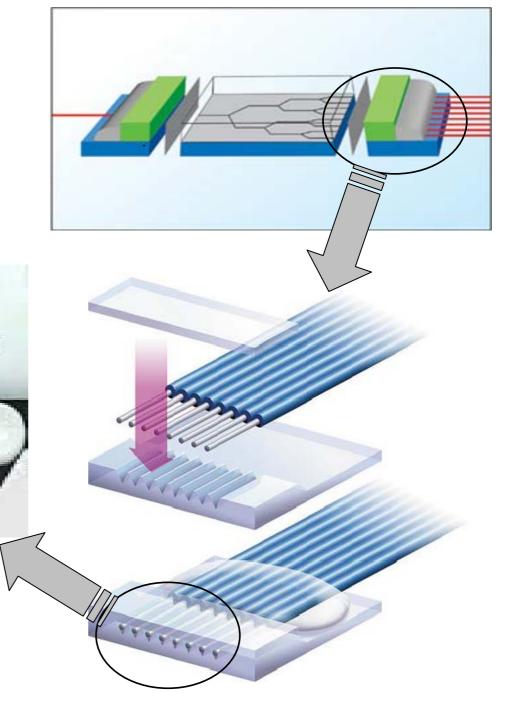
lens diameter: 0.24 mm

pitch: 0.25 mm

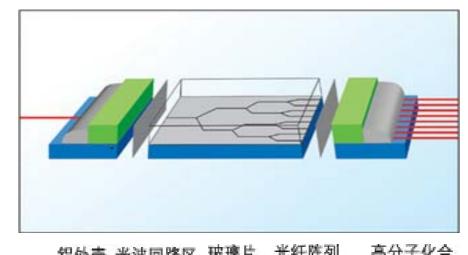
v-groove array etched in silicon

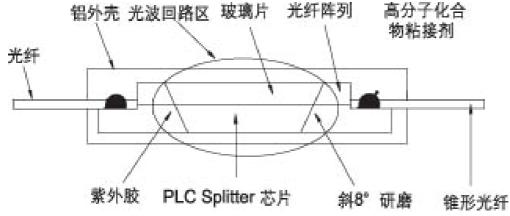


V型槽



PLC Splitter结构示意图





均分型号:

$$1\times4, 2\times4,$$

$$1\times8, 2\times8,$$

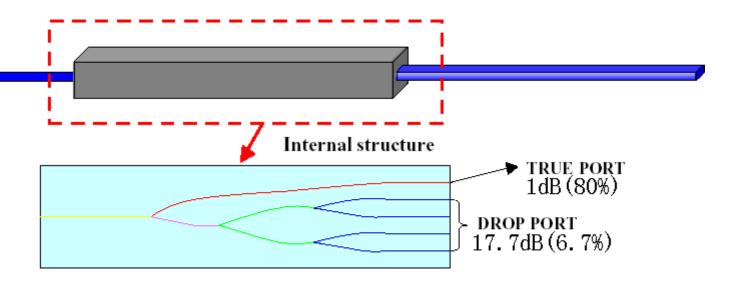
$$1\times16, 2\times16,$$

$$1\times32, 2\times32,$$

$$1\times64, 2\times64$$

专供CATV非均分型分光器

Variable Independent Power Splitter(Tap Type)



优点:

- 1. 满足了有线电视网络要求信号下网的需要
- 2. 初级分路的ONU端不需要使用衰减器
- 3. 增加实际用户数

Specification of PLC Splitter

参数	1×4	1×8	1×16	1×32					
工作波长	1260~1650nm								
插入损耗	7.0	11.0	14.0	17.0					
均匀性	0.5	0.8	1.1	1.7					
回波损耗	>55dB								
偏振相关损耗	0.1	0.1	0.2	0.3					
方向性	>55dB								
波长相关损耗	1.0								
温度相关损耗	0.6	0.6	0.8	1.0					
工作温度	-40~+85								
封装体积	$40\times4\times4$	40×4×4	40×4×4	50×7×4					

PLC Splitter 特性测试

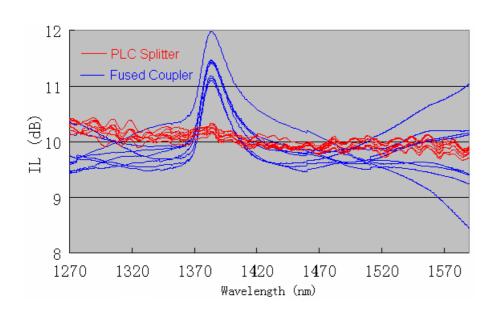
Telcordia GR-1209 and GR-1221 qualified

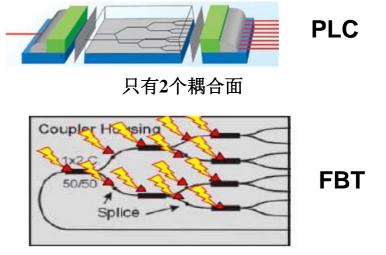
3、平面波导型分路器和拉锥型耦合器 PLC Splitter & FBT Coupler

PLC Splitter & FBT Coupler

- 工作波长宽: 1260~1650nm
- 分光均匀性好
- 可靠性高
- 体积小
- 温度特性好
- 成本已降至FBT Coupler水平 •

- 有窗口限制1310/1490/1550
- 通道均匀性差
- 高分路情况时可靠性降低, 机械性能降低
- 体积大
- 温度特性较差





N-1个光纤熔接点

部分国家两种类型器件的选用

- 日本:1×2~1×4 FBT, 1×8 PLC Splitter (EPON)
- 美国: 1×16, 1×32 PLC Splitter (APON,GPON)
- 韩国:1×2 FBT, 1×4~1×8 PLC Splitter

4、博创PLC Splitter系列产品

PLC Splitters:

 \square 1XN: 1x2, 1x3, 1 × 4, 1x6, 1 × 8, 1x12,

 1×16 , 1×24 , 1×32 , 1×64 ;

 \square 2xN: 2x2, 2 × 4, 2 × 8, 2 × 16, 2 × 32

博创占全球市场份额18%,

1×8 PLC Splitter 5万只以上

1×16 PLC Splitter 3万只以上

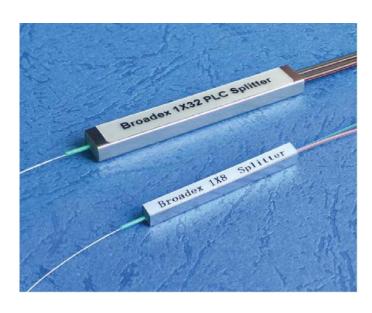
1×32 PLC Splitter 5万只以上

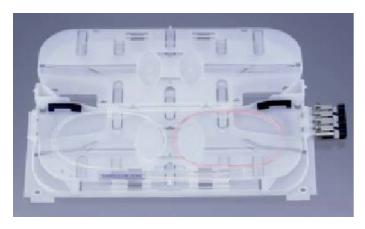
Broadex's Splitter Specification

Pa	Parameter		1x4	1x8	1x16	1x32	1x64	
1	Wavelength (nm) 1260-1650							
2	IL (dB)	MAX(S/P)	7.4/7.2	10.7/10.5	13.7/13.5	16.9/16.5	21	
3	Uniformity (dB)	MAX	0.6	0.8	1.2	1.7	2.5	
4	RL (dB)	MIN(S/P)	50/55	50/55	50/55	50/55	50	
5	PDL (dB)	MAX	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	
6	Directivity (dB)	MIN	55	55	55	55	55	
7	Fiber Length (m)		1.2(± 0.1) or customer specify					
8	Fiber type			SMF -28e or customer specify				
9	WDL (dB)		0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	
10	TDL(-40~85 °C)(dB))	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
11	Operating temperature (°C)			-40~85				
12	Storage temperatu	re (Ĉ)		-40~85				
13	Package Size (Lx W	√ × H) (mm)	40x4x4	40x4x4	40x4x4	50x7x4	60x12x4	

□Telcordia GR-1209 and GR-1221 qualified

① 裸分路器系列



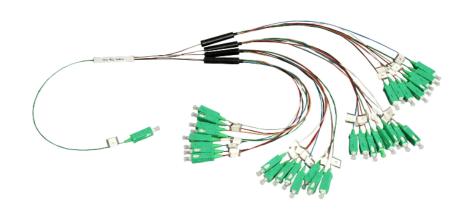


- 1. 250um输入, 250um带纤输出
- 2. 型号:1×4, 1×8, 1×16, 1×32, 1×64, 2×4, 2×8, 2×16, 2×32, 2×64
- 3. 使用场合: 使用熔接方法, 在熔纤 盘内



② 900um光纤输出裸分路器





Fan-out型光分路器

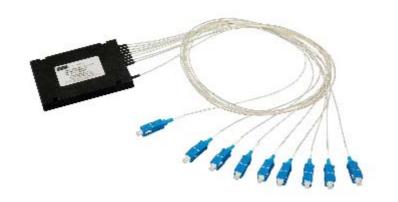
类型: 1(2) ×N(4~64)

连接器: SC, FC, LC, MU

光纤: 0.9mm

使用场合: 各类机箱内

③ 模块型光分路器



盒子类型:塑料/铝盒;

连接器:SC, FC, LC, MU

光纤: 0.9, 2.0, 3.0mm

工作温度:-40~+85℃

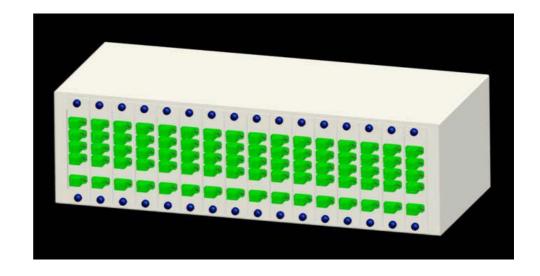


④ 盒式光分路器





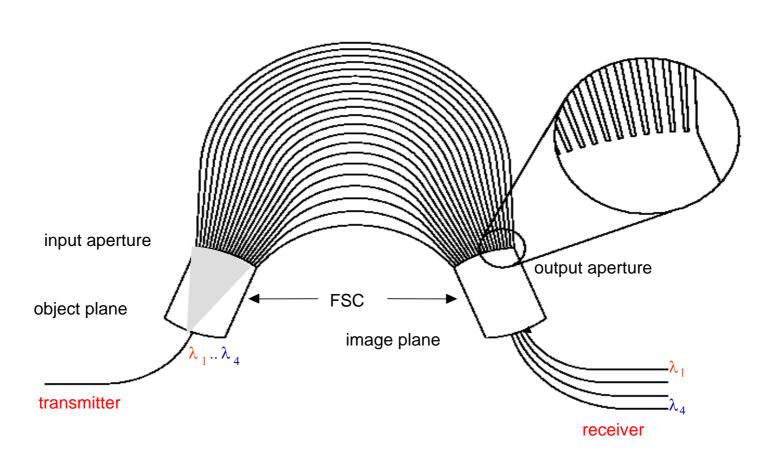




平面波导光子学器件的代表性产品:

阵列式波导光栅(AWG)

- Increasing length difference
- Recall n_{eff} changes with wavelength



平面集成光学器件

- 指将具有多种功能的光电<u>有源</u>和<u>无源</u>器件,用平面波导技术集成在硅基板上,使之成为 光电子系统。
- 平面集成光电器件是制作光通信器件的发展方向(从分立走向集成),是技术和市场发展的必然趋势。









平面集成光学器件的系列产品

- (1) 波导类无源光学器件
 - a. 1xN 光功率分路器
 - c. 波分复用耦合器
 - 光学抽头式分支器
 - 群组波分复用器
- 波长/通道管理器件
 - a. 光功率监视器
 - 动态光增益平化器
 - e. 阵列式热光开关

- b. NxN 星形光功率耦合器
- 波导阵列间距调整/匹配器
- f. AWG型密集波分复用/解复用器

- b. *可变式光功率衰减器*
- 可重组光学通道上下分插复用器

b. 波长可调并稳定化激光源

f. 可调式分散补偿器

- 混合式集成器件 (3)
 - a. 集成式光信号发射/接收器
 - d. 波导类光放大器
 - c. 波长转换器

平面集成光学器件的发展趋势

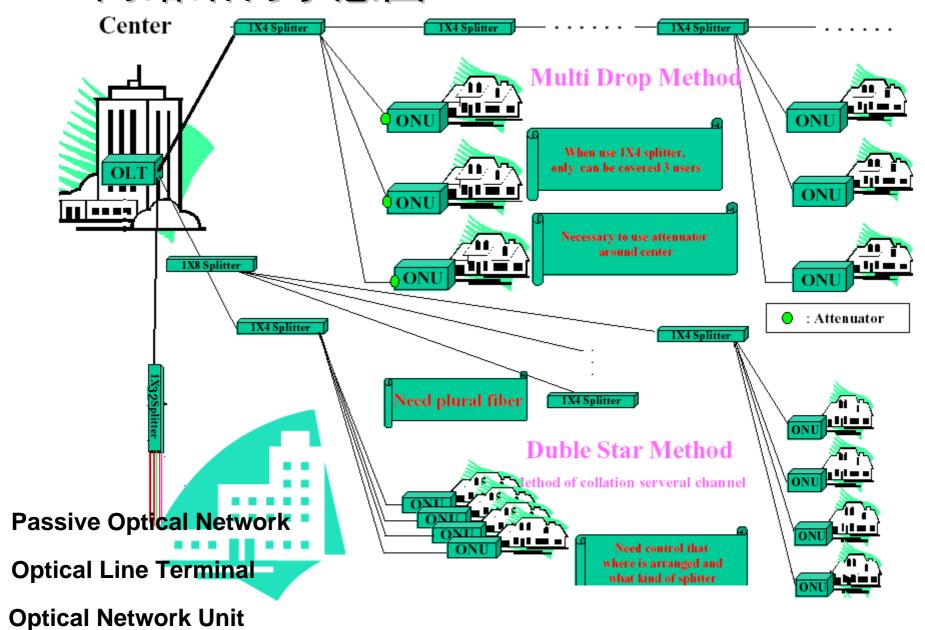
1. 更多功能, 更多集成。

2. 更加实用,更加便宜。

5、上海市FTTx应用案例

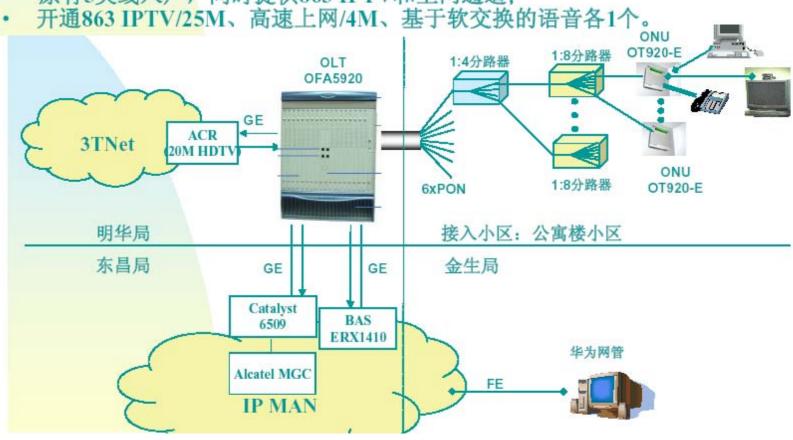
(上海电信研究院提供)

PON网络结构示意图



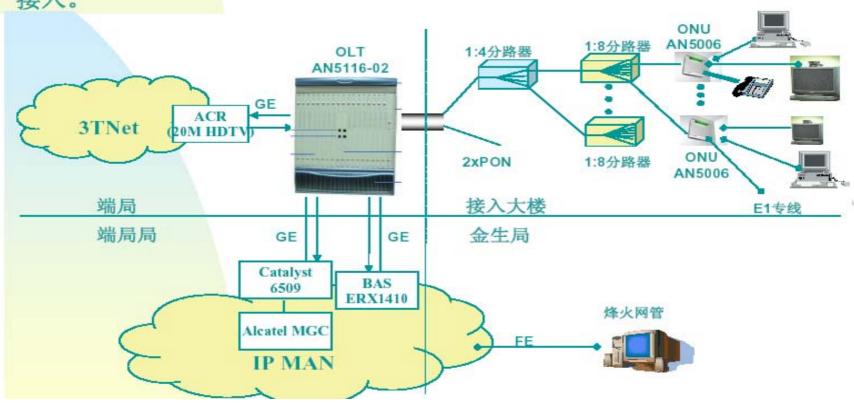
上海千兆EPON实际应用案例-公寓楼

- 公寓楼共1144户;
- · 根据住户分布情况,采用1:4和1:8二级分光方式;分光器安装在小区中心机房和楼道弱电井内,设置320个接入点;
- · 采用华为EPON设备,配置了10个PON端口;OLT安装在局端;
- · ONU采用交流220V供电,放在用户家里或放置在用户楼层的弱电间里;
- · ONU放在用户家的,采用冷接技术,以'皮线光缆'入户;放在弱电间的以原有5类线入户,同时提供863 IPTV和上网通道;



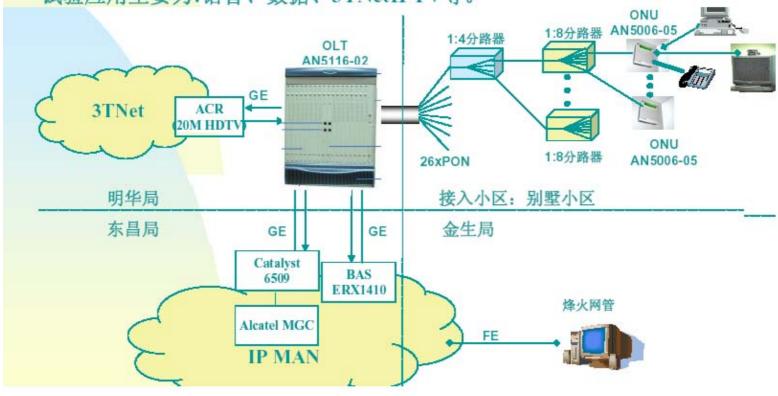
上海千兆EPON实际应用案例-商务楼

- 商务楼第一期FTTH组网试验,确定64个信息点,光纤到桌面;
- 根据用户分布情况,某商务楼采用1:32一级分光,分光器设置在28层弱电间;东昌局采用1:4和1:8二级分光方式,分别设置在机房和楼道内;
- 采用EPON设备, OLT放在端局, 配置2个PON口;
- · ONU采用交流220V供电,放在用户办公桌旁;
- OLT采用GE上联ACR、FE上联BAS、软交换系统, STM1连接MSTP网;
- 开通高速上网/10M、软交换语音各1个; 演示厅还开通了863 IPTV, 公司E1接入。



上海千兆EPON实际应用案例-别墅区

- 整个小区分1-8期共844户,本项目接入建设2-6期,共655户;
- · 采用EPON设备,需在明华局安装一个OLT,配置29个PON端口;
- · ONU安放在用户家中,采用交流220V供电,后备电源可选。
- · 为适合小区用户分布特点,一级分光和二级分光相结合,1:32分光到用户处。EPON设备支持20km传输距离。
- · 3TNet的应用在OLT上行口按1: 2收敛,考虑安全备份,提供13个GE上行;上海电信应用主要有:宽带上网、VOIP,在OLT上行口分别提供1个GE/FE(100兆光口)上行与ERX1410、Catalyst6509相连。
- · 试验应用主要为:话音、数据、3TNetIPTV等。



下一代PON将具有以下特征:

- · 单独10G下行或对称10-Gbit/sec带宽, 甚至更高;
- · 能提供IP视频和大容量商业服务所需带宽;
- 为互动RF视频提供双工支持;
- 能为商业客户提供TDM T1/E1服务;
- 更高分光比——每个PON支持64或128路;
- 利用现有引入线,更适合用于旧网改造;
- 每兆比特成本更便宜,降低用户成本。

重点总结

- ▶熔融拉锥型分路器(FBT Coupler)
- ▶平面光波导分路器(PLC Splitter)
- >PLC Splitter & FBT Coupler
- ▶应用案例