

光纤通信系统的光源及检测器

单模光纤通信系统从研制阶段向商品化设备转化要比几年前专家们的预言快得多。

光纤技术的发展不仅要求生产超低损耗和低色散的光纤，而且还要求发展其他器件。这包括无源器件，如连接器、耦合器和波长分割多路转换器和信号分离器，以及有源器件，如光源、检测器和调制器。事实上，单模光纤通信系统从研制阶段向商品化设备的转化要比几年前专家们的预言快得多。本文将评述一下近几年来光源和检测器方面的研制情况。

激光器

大部分工作是利用石英光纤的低损耗低色散特性致力于发展工作在长波长区 ($1.1\sim 1.6\mu\text{m}$) 的单模光纤系统。这种系统理想的光源是发射具有单纵模谱(一种单一、固定的谱线)的基横模激光二极管。

对于多模光纤系统来说，只要求基横模，为了满足这一要求已研制了许多具有折射率导向的激光器结构。一般的激光器结构有掩埋式异质结(BH)，双通道平面掩埋式异质结(DC-PBH)，横向结条形(TJS)，通道衬底平面(CSP)，掩埋式新月形(BC)，双抑制异质结(DCH)，脊形波导及这些结构的变种。由此，可以大大消除诸如早期单条形激光器所涉及到的缺陷与脉动等许多问题。

折射率导向激光器不仅提供了改善的失真特性，而且还提供了低阈值电流。这对于减少驱动要求和热损耗是很重要的。现在可以方便地买到这种激光器，并且还能买到具有多模或单模光纤引线，以及带或不带整套热电冷却器的各种组件。例如，目前可以获得典型阈值电流为 $20\sim 30\text{mA}$ ，耦合到单模光纤引线的光功率为 1mW 的掩埋式异质结(BH)，双通道平面掩埋式异质结(DC-PBH)的激光器。然而，价格仍然是昂贵的(每台大约为 $3000\sim 4000$ 美元)。而且各个卖主之间的组件和引线(pin out)也不配套。

对于采用传统的(无色散漂移的)单模光纤，工作在损耗最小的 $1.55\mu\text{m}$ 波长上的系统，其色散为 $15\sim 18\text{ps/km/nm}$ 。为了获得高的传输率和长中继距离，激光器必须工作在固定的单纵模。有些折射率导向激光器可以被选择来连续发射单纵模。但是，直接调制下它们都会趋向多纵模运转。

许多工作都致力于发展在调制和工作条件下，如温度与电流变化及器件老化的情况下能够保持单纵模运转的新颖激光器结构。这种激光器叫作动态单模(DSM)或单一频率(SF)激光器。至今所获得的结果是非常有希望的。在实验室里用注入式锁模分布反馈激光器或解理耦合腔(C²)激光器已经获得 $145\text{Mbit/s}^{[1]}$ (170km)和 $1\text{Gbit/s}^{[2]}$ (120km)的传输速

率。

发 光 二 极 管 (LEDs)

虽然单一频率的激光器有迷人的魅力,但发光二极管对于局部地区网络和短距离应用仍然是重要的。目前既可买到面发射的,也可买到边缘发射结构的发光二极管。短波长发光二极管的单价约150~300美元。 $1.3\mu\text{m}$ 器件的售价为500~1000美元。某些 $1.55\mu\text{m}$ 的(LEDs)发光二极管已开始在市场上露面。

商用发光二极管耦合到标准多模光纤的典型光功率为 $50\mu\text{W}$ 。其带宽为100~200MHz,它适用于传输高达274Mbit/s的 T_4 速率。然而也研制了输出功率有些下降的带宽为1GHz的发光二极管。于是利用 $1.3\mu\text{m}$ 的发光二极管和多模光纤就能获得在1km时1Gbit/s的传输速率[3]。

检 测 器

检测器研制方面近年来也有重大进展。在短波长,硅光电二极管由于其简单的工艺,高速和高灵敏的检测能力而独占鳌头。长波长器件并不很景气。适合于整个感兴趣波长范围($0.7\sim 1.55\mu\text{m}$)的锗光电二极管早已可买到。然而却存在暗电流高和雪崩过量噪声大等问题。近年来日本电报电话公司的工作主要是改进锗雪崩光电二极管的特性。锗雪崩光电二极管在日本被广泛地采用并到处可以买到。

正在积极研制由其它材料,如III-V族InGaAs合金($1.0\mu\text{m}\sim 1.6\mu\text{m}$ 是敏感的)制成的光电二极管,目前已生产了简单的InGaAs针型光电二极管,并且到处都可以买到。美国、欧洲的探测器似乎处于领先地位,并在许多系统中得到证实。它特别适合于传输低至中等速率(565Mbit/s或低于此值)的应用,在这里锗雪崩光电二极管接收灵敏度由于暗电流而降低。

因为针型光电二极管没有内部增益,所以为了获得高的检测灵敏度需要一个超低噪声前置放大器。这种放大器通常在前端采用高阻抗或高互阻抗结构的GaAs金属半导体场效应晶体管。由此形成的放大器叫作PINFET“接收机”。通常以厚膜或薄膜混合的形式来减少寄生电容。这种PINFET“接收机”已可以买到。在交叉区(大约300~600Mbit/s)应用时,无论是从性能还是其它因素,如可靠性、价格和可用性来说,将决定选用InGaAs针型探测器,而不是锗雪崩光电二极管。

InGaAs雪崩光电二极管可能具有更好的性能,许多实验室都在积极研制。它可以提供比针型二极管和锗雪崩光电二极管高5~10dB的灵敏度,中继距离平均可增加20~30km。AT&T贝尔实验室已报导了它的极好的性能[4]。尽管目前还买不到InGaAs雪崩光电二极管,但它必将用于下一代光纤传输系统。

结 论

为了获得高传输率和长中继距离已采用 $1.3\mu\text{m}$ 激光器和InGaAs针型二极管或锗雪崩光电二极管。下一代系统将采用 $1.55\mu\text{m}$ 单一频率、带有低噪声雪崩光电二极管的(例如,InGaAs)激光器,在这种系统之后,将会出现相干型系统。

激 光 电 源 回 顾 评 述

激光功率的提高向电源制造者提出了困难的任务。

在某些方面, 遗憾的是低压低电流电源(如象大学里电子工程实验室所见到的普通实验电源)在整个激光领域还不能找到很多的应用。首先, 要是给大多数激光器供电的电源简单得多的话, 那么几乎任何可能的激光器使用者都能从架子上拿起一个基本的电源并使它的激光器很快就能运转。其次, 降低电源的成本是激光器总成本少得多的部分。在另一方面, 维修激光电源的小公司在众多的电源行业中也会减少。

然而它有一个争论点。在激光领域中, 欧姆和克希霍夫定律并不都是普遍适用的。很多类型的激光器, 涉及到将电能转变成气体动能(包括光泵浦激光介质的泵浦闪光灯), 在能量驱使下气体的电特性根本不是简单线性特性。所以, 用来驱动激光器电源的改进设备是复杂的, 并不是意想不到的。

与激光器类型的某些简单分类方法不同, 很难将所使用的各种电源与激光器相比较, 因为半导体二极管激光器是直接调制的, 这些器件的激励器是电源和调制器的组合装置, 因此它们不包括这一类电源。

氮 氩 激 光 器 的 电 源

所有类型的激光器仅有氮氩激光器才可称为标准电源的产品。原因很清楚, 过去大约十多年氮氩激光器已经在普通结构上进行了改进。

典型的氮氩激光管(不管谁生产的)在一端是阴极而另一端为阳极, 输出功率与管子的长度成正比。因此对一定输出功率的管子的要求是相类似的, 它需要从电源得到7~10kW的功率来触发这种管子; 一旦放电开始, 管中的气体电阻显著减小, 因此, 电源电压多半是在1400至2800V就能维持激光振荡。低功率氮氩激光管(据说小于2mW)的电源产生的起电电压8kV。大功率氮氩激光管的电源产生的起电电压为10~12kV。

在应用领域的另一方面, 包括局部网络, 电话用户的分布及短距离传输, 其情况还不明朗。需要解决的问题是短波长还是长波长, 激光器还是发光二极管, 光纤的尺寸和几何形状以及多模光纤还是单模光纤。尚须看看是否单模光纤的发展使其自身进入传输领域, 在那里每户用户可用单模光纤连接起来。

译自 Laser Focus/Electro-Optics, 1984 (Sep), P.103, 110, 112.

晓 晨 译 叶 茂 校