

1.3 μm 分布反馈二极管激光器组件

陈高庭 丁 浩 刘枝伍 耿建新 张云妹 王 洁 李爱莲 璠 力

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

刘公强 乐志强 宋慧德

(上海交通大学应用物理系, 上海 200053)

摘 要 开发了一种用于光纤公用天线电视(CATV)的分布反馈激光二极管组件。组件包括 1.3 μm InGaAsP/InP 双沟-平面掩埋双异质结(DC-PBH)分布反馈激光二极管和光隔离器, 封装在蝴蝶型管壳内。组件的出纤线性功率为 2.5 mW, 并具有极低的失真。

关键词 分布反馈(DFB)激光二极管, 公用天线电视。

1 引 言

近几年我国在高码速光纤通信、公用天线电视(CATV)等光纤传输系统的研究和开发已有很大的发展, 为获得优良的系统性能(如长距离、大容量、低误码、低失真等), 普遍采用动态单模工作的长波长分布反馈(DFB)激光器。实现分布反馈, 有折射率耦合、增益耦合两种机制的结构。虽然折射率耦合比起增益耦合结构除了在单纵模工作的动态范围以及对外部反射光的灵敏性等性能有差距外, 仍具有结构相对简单、制备工艺技术易行的优点。因此折射率耦合机制结构仍常用于制备长波长分布反馈激光二极管, 而对外部反馈光则通过光隔离器予以消除, 保证分布反馈激光器在高频调制下稳定动态单纵模工作^[1]。本文报道用常规技术制备成功 1.3 μm InGaAsP/InP 分布反馈-双沟-平面掩埋双异质结(DFB-DC-PBH)激光二极管, 并采用平凸端面自聚焦微透镜、光隔离器、单模光纤的排列组件, 获得了整个耦合效率为 30%, 尾纤输出线性功率为 2.5 mW, 并经公用天线电视系统实际测量, 保持输出载噪比-50 dBc 条件下, 测得 12 个频道的平均三阶互调失真(CTB)为-63.8 dBc, 二次谐波失真(CSO)为-63.3 dBc。

2 1.3 μm 分布反馈二极管激光器组件结构

用常规的技术, 包括多次液相外延、全息曝光湿化学腐蚀刻制表面波纹光栅等工艺, 制备成功性能良好的折射率耦合机制结构的 1.3 μm InGaAsP/InP 双沟-平面掩埋双异质结分布反馈激光二极管。但这种结构的分布反馈激光器的工作状态和性能受外部反馈光的影响十分敏感, 已有人作了定量测量, 当二极管有 0.3% 的功率反馈时, 它的强度噪声增加 0~20 dB

不等, (取决于外部反射光的相位), 严重时破坏分布反馈二极管激光器的单纵模工作, 成为模拟调制应用的最大障碍。因此光纤耦合时, 必须设法消除或减少来自光纤前后端面以及所有光学部件表面反射光的反馈。常用的方法有 1) 所有耦合用的光学部件(包括微透镜、光纤等端面)采用非球面、锥体、斜面等, 且表面均蒸镀增透膜。2) 在二极管激光器和光纤之间放置光隔离器。

激光器组件用的光隔离器有多种结构, 工作原理亦各不相同^[2, 3]。本文作者根据分布反馈二极管激光器的输出特性, 自行设计小型紧凑的由 45°法拉第旋转器和偏振器组成的光隔离器。所用光隔离器的插入损耗 α_+ 小于 0.5 dB, 隔离度 α_- 大于 35 dB。最后把分布反馈二极管激光器的芯片、微透镜、光隔离器、半导体制冷器、Pin 管等耦合封装在标准蝴蝶形管壳里, 其组件的结构如图 1 所示, 图中 SML 为微透镜, FR 和 P 分别表示 45°法拉第旋转器和偏振器, f 表示光纤。

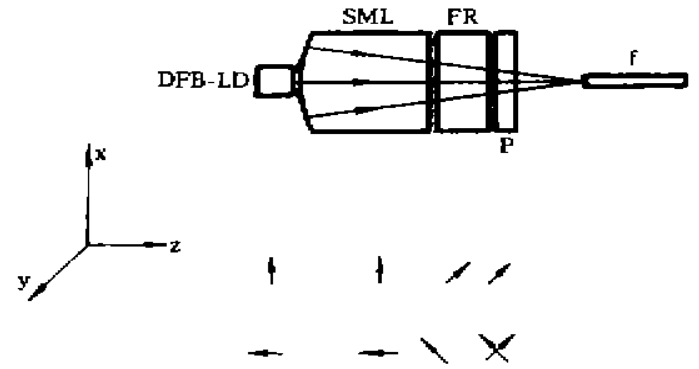


Fig. 1 Schematic structure of 1.3 μm DFB-LD module with an optical isolator
DFB-LD; 1.3 μm InGaAsP/InP DC-PBH DFB-LD, SML; self-focus microlens, FR; 45° Faraday rotator, P; polarize, f; single-mode fiber

3 1.3 μm 分布反馈激光器组件的耦合技术

考虑到激光二极管输出光束的发散性(FWHM θ_+ : 10°, θ_- : 35°), 为提高与单模光纤的耦合效率, 在光隔离器前用微透镜来改善光束质量使之与光纤端面的模斑匹配。微透镜可以是微珠(球), 或是平端自聚焦棒。为简化组装工艺以及改善成像质量, 减少像散对耦合效率的影响, 采用如图 2 所示的平凸端面变折射率石英微透镜。

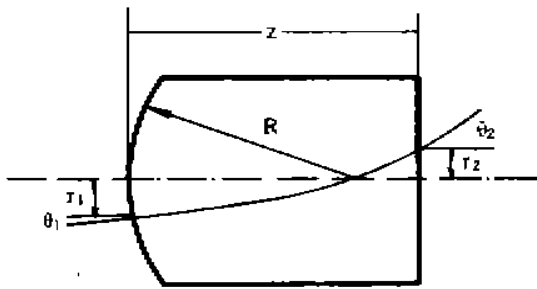


Fig. 2 Sphericity self-focus microlens

$$\begin{pmatrix} r_2 \\ r_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\sqrt{AZ}) - \frac{Q}{N_0 \sqrt{A}} \sin(\sqrt{AZ}) & \frac{1}{N_0 \sqrt{A}} \sin(\sqrt{AZ}) \\ -Q \cos(\sqrt{AZ}) - N_0 \sqrt{A} \sin(\sqrt{AZ}) & \cos(\sqrt{AZ}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 \\ r_1 \end{pmatrix}$$

其中 $r_1 = \tan \theta_1$, $r_2 = \tan \theta_2$, Z 为透镜长度, A 为微透镜折射率变化特征常数, $Q = (N_0 - 1)/R$, N_0 为透镜中心折射率。

变折射率透镜的有关参数如下:

R (mm)	NA	N_0	\sqrt{A} (mm^{-1})	Z (mm)
2.0	0.6	1.6360	0.418	3.30

由分布反馈激光器的发光面积、光束发散角和单模光纤半径估算出最大耦合角为 6.9°。所以在耦合过程中, 透镜的作用是将分布反馈激光二极管发光端面成一放大的像在光纤端面

上, 该像的放大倍数应有一最佳值。若放大倍数过小, 虽然整个像面落在光纤端面上, 但会聚角过大, 若放大倍数过大, 会聚角虽可小于光纤的最大耦合角, 但像面要比光纤端面大, 这些都不利于耦合效率的提高。设光斑光强按高斯分布, 可以近似计算, 当透镜距激光管输出端面约 0.6 mm 时, 可得最大耦合效率约为 63%, 这时像的放大倍数约为 3 倍。

由此可知, 如果激光器与光隔离器间的位置有偏差, 此偏差同样放大 3 倍, 这样严重影响耦合效率。为减少偏差, 选择二次耦合固定的方法。即在耦合最佳的情况下, 先固定光隔离器, 然后再调整光纤的位置并将其固定之。这样不仅降低了对耦合调节支架精度的要求, 而且可以补偿在光隔离器固定过程中引进的偏差。

采用精度为 0.1 μm 五维调节支架, 在实验上得到了 55% 的耦合效率。但在组件各部分安装过程中, 因设备条件限制, 无法采用最佳固定方式, 组装成 1.3 μm 分布反馈激光器组件后, 因环境温度等因素的影响, 实际耦合效率仅为 30% 左右, 实测尾纤输出线性功率为 2.55 mW。

4 组件性能测量

1.3 μm 分布反馈激光器组件除了进行常规性能检测外, 特别对应用到公用天线电视系统后的实用性作了测量。系统布置如图 3 所示。

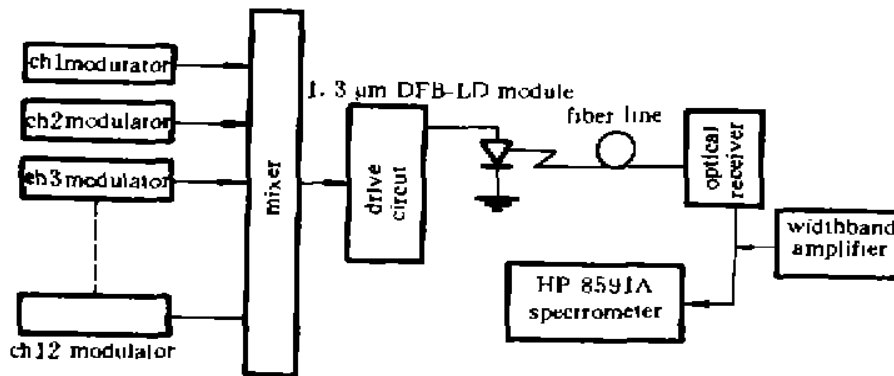


Fig. 3 Schematic diagram of the optical fiber CATV transmission experiment arrangement

Table 1.

channel	C/N (dBc)	CTB (dBc)	CSO (dBc)
5 ch	-51.0	-69.2	-60.4
7 ch	-49.3	-67.8	-62.2
9 ch	-50.5	-64.6	-69.7
Z8 ch	-49.6	-66.5	-69.6
Z10 ch	-49.8	-61.4	-63.2
Z11 ch	-51.2	-58.8	-68.2
Z12 ch	-50.7	-57.1	-67.2
Z13 ch	-49.2	-65.2	-55.7
13 ch	-48.7	-62.3	-61.2
14 ch	-49.8	-60.8	-62.5
15 ch	-50.1	-64.5	-57.5
16 ch	-49.4	-67.3	-60.4

12 路电视射频信号, 经混合器合路后送至分布反馈激光器的射频激励端。激光器偏置电流为 71 mA, 此时光纤输出功率 2 mW, 经光纤转输后由光接收机接收。经光电转换后的射频信号用 HP8591A 频谱分析仪进行逐一频道测量, 结果如表 1 所示, 平均的三阶互调失真 (CTB) 和二次谐波失真 (CSO) 分别为 -63.8 dBc、 -63.3 dBc, 显示出很低的失真。

结 语 已研制成功适用于公用天线电视用的 1.3 μm 分布反馈激光器组件, 总体耦合效率达到 30%, 尾纤输出线性功率为 2.5 mW。保持输出载噪比 -50 dBc 条件下, 测得 12 个频道的平均三阶互调失真为 -63.8 dBc, 二次谐波失真为 -63.3 dBc。

感谢上海大学嘉定校区(原上海科技大学)无线电工程系现代通信教研室在组件性能测试方面给予的帮助。

参 考 文 献

- [1] Toshihiko Sugie, Masatoshi Saruwatari, Distributed feedback laser diode to single-mode fiber coupling module with optical isolator for high bit rate modulation. *J. Lightwave Technology*, 1986, LT-4(2): 236~245
- [2] K. Drögemüller, A compact optical isolator with a plano-convex YIG lens for laser-to-fiber coupling. *J. Lightwave Technology*, 1989, 7(2): 340~346
- [3] R. Katayama, et al., Low-noise 0.78 μm -band laser diode unit containing faraday rotator. *Electronics Letters*, 1988, 24(8): 480~481

1.3 μm Distributed Feedback Diode Laser Module

Chen Gaoting Ding Hao Liu Zhiwu Geng Jianxin

Zhang Yunmei Wang Jie Li Ailian Tan Li

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Liu Gongqiang Le Zhiqiang Song Huide

(Department of Applied Physics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200053)

(Received 2 March 1995; revised 1 June 1995)

Abstract A kind of distributed feedback (DFB) diode laser module was developed for the use of Amplitude Modulation Cable Television (AMCATV) transmitter. The module is an InGaAsP/InP Double Channeled Planar Buried Heterostructure Distributed Feed Back (DC-PBH DFB) diode laser emitting at 1.3 μm in butterfly package with an internal-isolator. The modules provide CW linear output power of 2.5 mW and low distortion.

Key words DFB diode laser, module CATV.