

# 17 dBm 功率、46 dB 增益和 3.3 dB 噪声系数的掺铒光纤放大器

唐平生 刘小明 刘 丹 彭江得 范崇澄 周炳琨  
(清华大学电子工程系, 北京 100084)

运转于  $1.55 \mu\text{m}$  波段的掺铒光纤放大器(EDFA)是光纤通信系统中理想的光放大器,在光纤传输与网络系统中的应用为世人瞩目。进一步提高掺铒光纤放大器的增益和输出光功率,降低掺铒光纤放大器的噪声系数,受到了掺铒光纤中放大的自发辐射(ASE)和散射等因素的限制。本文采用一种新型掺铒光纤放大器光路结构(正申请专利),有效地抑制了放大的自发辐射,在信号波长  $1553 \text{ nm}$  处,研制成功了在同一掺铒光纤放大器中实现大功率( $17 \text{ dBm}$ )、高增益( $46 \text{ dB}$ )和低噪声系数( $3.3 \text{ dB}$ )的光放大器,此结果在国际上尚未见报道。

本文报道的掺铒光纤放大器采用双向泵浦、两段掺铒光纤的光学拓扑。泵浦源为两只带尾纤输出的  $980 \text{ nm}$  激光二极管,光谱带宽  $0.2 \text{ nm}$ 。掺铒光纤为  $\text{Er}^{3+}/\text{Al}^{3+}$  共掺杂光纤,掺杂浓度  $200 \text{ ppm}$ ,数值孔径  $0.21$ ,截止波长  $925 \text{ nm}$ ,纤芯直径  $3.3 \mu\text{m}$ ,总长  $25 \text{ m}$ ,对  $1553 \text{ nm}$  信号光和  $980 \text{ nm}$  泵浦光吸收系数分别为  $3.20 \text{ dB/m}$  和  $5.88 \text{ dB/m}$ 。与偏振态无关的输入和输出隔离器插入损耗(包括光纤焊点损耗)分别为  $0.6 \text{ dB}$  和  $0.7 \text{ dB}$ 。掺铒光纤放大器的输入和输出端为光纤 FC 接头。

测试掺铒光纤放大器特性所用信号源为中心波长  $1553 \text{ nm}$  的分布反馈激光器,用数字光功率计、窄带可调谐光纤 F-P 滤波器和扫描光谱仪准确测量掺铒光纤放大器的增益( $G$ )、噪声系数( $NF$ )和输出信号光功率( $P_{\text{out}}$ )。由图 1 可见,小信号状态下,掺铒光纤放大器的 FC 端口-端口的增益和噪声系数分别为  $44.8 \text{ dB}$  和  $3.9 \text{ dB}$ ,  $3 \text{ dB}$  饱和输出功率为  $14.4 \text{ dBm}$ ;图 2 给出了掺铒光纤放大器的输出信号光功率和输入信号光功率的关系曲线。输入信号光功率为  $-3 \text{ dBm}$  时,输出信号光功率达到  $16.8 \text{ dBm}$ 。考虑到输入和输出端隔离插入损耗与光纤焊点损耗,掺铒光纤内部净增益、噪声系数和最大输出功率分别达到  $46.1 \text{ dB}$ 、 $3.3 \text{ dB}$  和  $17.5 \text{ dBm}$ ,其内部噪声系数接近掺铒光纤放大器的  $3 \text{ dB}$  量子极限。

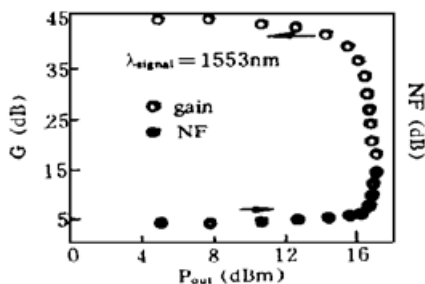


Fig. 1 Gain and NF vs. Output power characteristics

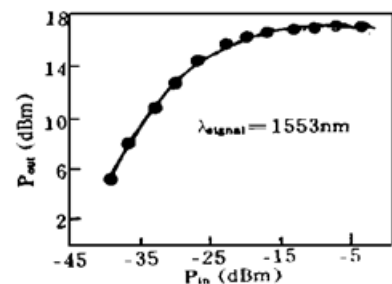


Fig. 2 Output power vs. Input power characteristics