

光纤放大器

工作于 1700nm 窗口的
掺铋光纤放大器

文/Gail Overton

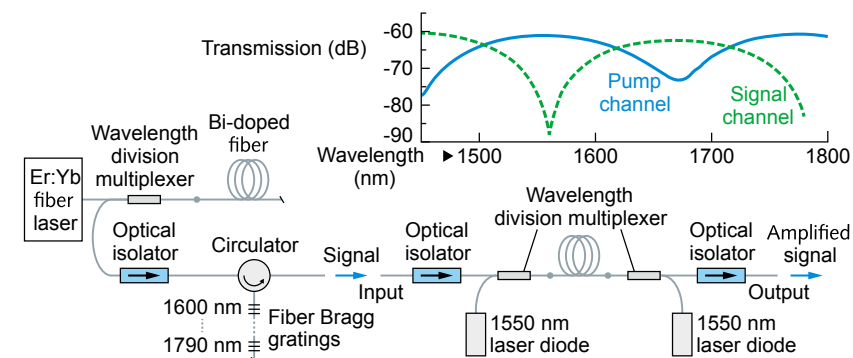
今天的光纤通信网络通常工作在 1550nm 的光谱窗口，并使用掺铒光纤放大器 (EDFA) 来扩展通信距离，或提高波分复用 (WDM) 技术的功率。

但是为了利用新的光谱窗口来满足未来的通信带宽需求，以及放大来自空芯光子带隙光纤在 1600~1750nm 光谱区域的信号，这是 EDFA 技术不能提供的信号，俄罗斯科学院光纤研究中心的科学家们，已经开发出了一种掺铋 (Bi) 光纤放大器，其采用市售的 1550nm 激光二极管泵浦，工作在 1640~1770nm 波段。^[1]

掺铋 MCVD 光纤

尽管掺铋 (Tm) 光纤放大器 (TDFA) 可以工作在 1700nm (以及高达 1900nm) 窗口，但是必须通过各种特殊的共掺和自制的 ASE 滤波技术，抑制低效率和强的放大自发发射 (ASE)，这使得 TDFA 很难用于 1700nm 窗口。

作为 TDFA 的替代产品，掺铋的锗硅酸盐光纤能在 1700nm 波段提供放大，研究团队通过开发具有高锗含量的特殊掺铋光纤，开发出了一种 1700nm 光学放大器。为了获得最佳的增益分布，使用改进的化学气相沉积 (MCVD) 方法制造了几种具有不



图：1700nm 的光学放大器 (右侧) 放大自制的多波长光源 (左侧)，波长范围 1615~1795nm、波长间隔为均匀的 15nm。顶部所示为 WDM 的透射光谱。

同掺铋纤芯浓度的光纤。

掺铋光纤放大器 (BDFA) 采用不同掺杂浓度的、包层为 125 μm 、芯径为 2 μm 的掺铋光纤，使用两个功率为 150mW、波长为 1550nm 的激光二极管进行双向纤芯泵浦 (如图所示)。为了测量 BDFA 的性能，采用超发光掺铋光纤源和高反射率的光纤布拉格光栅 (FBG) 搭建自制多波长光源，以产生 1615~1795nm、均匀间隔 (15nm 间隔) 的光谱线。

1700nm 的性能

基于各种 BDFA 性能参数的测量，为了获得最大的光学增益，得出铋的掺杂重量百分比为 0.015~0.02% 是最佳选择。具有 50m 掺铋光纤的光学放大器，在 1710nm 处提供 23dB 的最大增益、40nm 的 3dB 带宽、0.1dB/mW 的增益效率和约 7dB 的最小噪声系

数。与 TDFA 相比，BDFA 的 3dB 增益带宽和效率更好。

“一个重要的问题是，在通信光纤的光学损耗值小于 0.4dB/km 的新光谱区域开发光纤放大器”，俄罗斯科学院光纤研究中心的科学主任 Evgeny Dianov 教授说，“这将使得在高速光纤系统中使用扩展光谱区域实现信息传输成为可能。这种放大器的发展是这个方向的第一个主要阶段。

Dianov 补充说，“在这种追求中，需要创造增益带宽大于 100nm 的宽带光学放大器，这将是使用这些放大器和有源光纤的光纤通信系统发展中的一项新突破。” □

参考文献

1. S. V. Firstov et al., Sci. Rep. online, 6, 28939 (2016); doi:10.1038/srep28939.