

レーザ共振器損失補償用・短尺高濃度 Er 添加ファイバ増幅器の製作

発表者：光エレクトロニクス講座 稲富 友一 (0412010)

指導教官：上野芳康 准教授

1. 序論

現在の通信ネットワークは、インターネットの普及により送受信されるデータの容量が爆発的に増加し続けている。それに伴い WDM (波長分割多重) 伝送システムによる伝送容量の増大化、信号処理の高速化が進行している。更なる高速化を実現するために、光信号を電気信号に変換して電子回路でデータ処理を行うのではなく、光で光を制御する全光信号処理によってデータ処理速度の突破を目指す研究が進められている。この全光信号処理に必要な超高速クロックパルス源として、集積化が可能で安定性が高く省電力であるなどの特徴から、DISC (Delayed-Interference Signal-wavelength Converter)- Loop 型パルス発生器の研究が進められている。[1]。

DISC-Loop から発生したパルスは複数のモードが発生しているため、エタロンにより安定な通信に不要なモードを切り出している。その際、共振器周波数が狭いと、不要なモードを含んだパルスが発生してしまう。これにより、パルス波形の歪、パルス発生間隔の不均一などの問題が出てくる。この問題を解決するためには、共振器周波数を大きくする必要がある。そこで、共振器周波数は共振器長に反比例しているため、DISC-Loop に組み込まれている光ファイバ増幅器を短尺したものを製作した。

2. 短尺 EDFA の製作

本研究では1550nm帯の信号光を増幅するのに適しているエルビウム添加ファイバ増幅器 (Er-doped Fiber Amplifier, EDFA) を製作した[2]。使用した EDF は吸収量 @ 980nm 71dB/m を有する高濃度添加の物を使用した。構成は図 1 のカスケード型双方向励起で行った。2 つの EDF の間に 1550nm 帯のアイソレータを入れることにより、980nm の励起光がアイソレータの前後で行き来することが無くなる。これより、片方向から出る励起光が他方の励起光源へ入射して、励起光源の寿命を縮めたり、破壊してしまう事を防ぎ、双方向励起を可能にした。利得特性の結果は図 2 のようになった。EDF の長さは前方に 0.7m、後方に 0.8m を使用したときの利得が一番よかった。結果として、EDFA の全体構成の長さが 4.8m、非飽和利得+44dB、最大出力パワー+18dBm の増幅器を製作した。

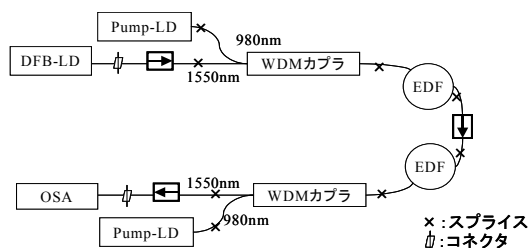


図 1 カスケード型双方向励起構成図

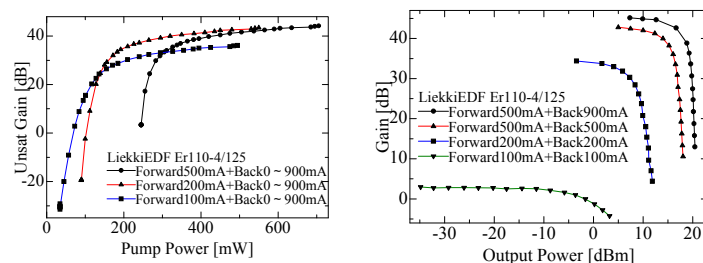


図 2 非飽和利得(左)と利得飽和(右)

3. 雑音指数

光増幅器の品質を表す重要な特性の 1 つである雑音指数を計算した。測定は OSA (Optical Spectrum Analyzer) で行い、雑音指数 (Noise Figure, NF) は

$$NF [dB] = \frac{P_{ase}}{hG \nu \Delta \nu} \quad (1)$$

で計算した[3]。ここでは h: プランク定数、G: 利得、 ν : OSA の分解能周波数、 ν : 信号光周波数、 P_{ase} : 増幅後の ASE パワーを示している。

雑音指数を計算した結果は図 3 のようになった。図から、入力光パワーが増え雑音の影響が大きくなっていくことが分かる。これは、利得が飽和しているため、出力の信号対雑音比が殆ど改善されない一方、入力信号対雑音比がよくなっているため、雑音指数が大きくなっていくと考えられる。

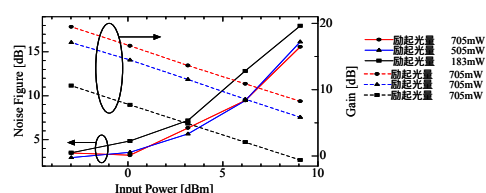


図 3 入力パワーに対する雑音指数と利得

4. 結論

カスケード型双方向励起 EDFA を製作した。全体の長さは 4.8m であり、DISC-Loop に今まで使われていたものとは 12m ほど短くした。

また、雑音指数を測定結果より求めた。吸収量の高い EDF を使っているため入力パワーに応じて雑音指数と利得の関係を確認した。

【参考文献】

- [1] 鈴木 励, 電気通信大学 修士論文, 2006年3月.
- [2] 奥平 将俊, 電気通信大学 卒業論文, 2007 年 3 月
- [3] Keiichi Aiso, OFC 2000, TuA6(2000).