

減衰器による 8 の字型レーザの最適化

Optimization of Figure 8 Fiber Laser using Attenuator

東京大先端研¹, ○白畑 卓磨¹, 溝口 慧¹, セット ジイヨン¹, 山下 真司¹

RCAST Tokyo Univ.¹, Takuma Shirahata¹, Satoshi Mizoguchi¹, Set Sze Yun¹, Shinji Yamashita¹

E-mail: shirahata@cntp.t.u-tokyo.ac.jp

NALM(nonlinear amplified loop mirror)は可飽和吸収体として用いられるファイバーコンポーネントであり、非常に速い応答、高い変調強度、ファイバのみで構成可能といった特長があり、可飽和吸収体の中でも非常に優秀な性質を持っている[1]。NALM の特性は NALM 内のファイバの長さなど NALM の設計によって決まるが、共振器内のモードロッカーとして使用した場合にはその最適な設計が難しい、発振しきい値が高くなってしまいう問題点があり、特に NALM を使用した偏波維持共振器におけるソリトン発振は、他の可飽和吸収体を併用したり強度変調器を組み込むことで実現されているが[2][3]、NALM 単独でのソリトン発振は報告されていない。

本研究では共振器内に組み込んだ NALM の特性のパルス発振するまでの過渡応答を明らかにし、NALM の最適な設計を考察した。分岐比が 50:50 のカップラを使用したときの NALM の透過率 T は

$$T = \frac{1}{2}g(1 - \cos \delta\varphi)$$

$$\delta\varphi = \frac{1}{2}\gamma PL(g - 1),$$
(1)

のようになる。ここで g は NALM 内の増幅媒質の増幅率、 γ は NALM 内の非線形ファイバの非線形係数、 L は NALM 内の非線形ファイバの長さ、 P はパルスのピークパワーである。実際の共振器において増幅率は飽和によって変動するため、ピークパワーに対する NALM の透過率は定常状態になるまでに大きく変動することになる。共振器全体の損失を α とするとパルス発振の定常状態において $g = \alpha$ となるため、共振器全体の損失は NALM の設計において非常に重要であることがわかる。

Fig.1(a)に split step fourier method によるパルスのシミュレーションの際に仮定した 8 の字型レーザの系を示す。NALM には分岐比 50:50 のカップラを使用し、NALM 内のファイバの長さは SMF が 50m、EDF は 1m で、EDF のゲインは 50dB/m とした。また NALM の外に可変減衰器を入れることを考え、共振器内の損失を変えてシミュレーションを行っている。可変減衰器の損失を 2.2dB にしてシミュレーションを行ったときの時間波形と瞬時周波数を Fig.1(b)に、スペクトルを Fig.1(c)に示す。瞬時周波数を見ると分散と非線形の影響が付き合っており、ソリトン発振していることが確認できる。しかし可変減衰器の損失が 1dB のときはソリトン発振が起きなく、ソリトン発振のためには 8 の字型レーザの共振器内に適切なロスが必要であることがわかる。

参考文献

- [1] N. J. Doran and D. Wood, "Nonlinear-optical loop mirror" OPTICS LETTERS, Vol. 13, No. 56, 1988
- [2] B. Xu, A. Martinez, S. Y. Set, C. S. Goh, S. Yamashita, "Polarization Maintaining, Nanotube-Based Mode-Locked Lasing From Figure of Eight Fiber Laser," IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 26, No. 2, 2014
- [3] J. W. Nicholson, M. Andrejco, "A polarization maintaining, dispersion managed, femtosecond figure-eight fiber laser," OPTICS EXPRESS, Vol. 14, No. 18, 2006

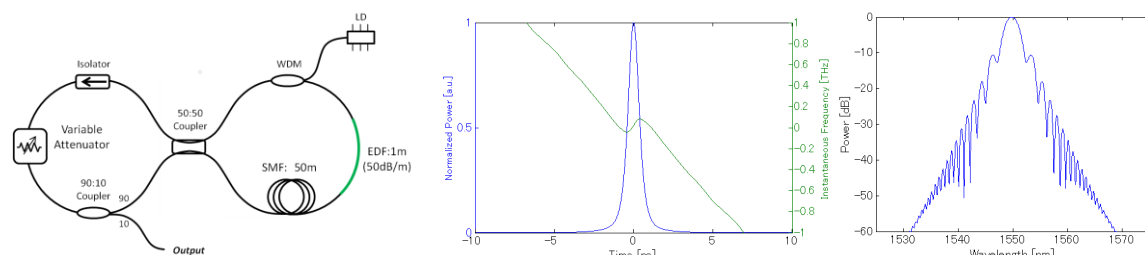


Fig. 1 (a) Set-up of Figure 8 Laser (b) Time waveform of simulation (c) Spectrum of simulation