

SWNT を用いた Tm 添加超短パルスファイバレーザの共振器分散値依存性

Dependence on net cavity dispersion in Tm-doped ultrashort pulse fiber laser using SWNT

渡邊 建太¹、周 英²、斎藤 毅²、榊原 陽一²、西澤 典彦¹ (1.名大院工 2.産総研)

°K. Watanabe¹, Y. Zhou², T. Saito², Y. Sakakibara², and N. Nishizawa¹

(1. Nagoya Univ., 2. AIST)

E-mail: k_watana@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

波長 2 μm 帯で動作するモードロックファイバレーザは, LIDAR, ガス検出, 医療や加工など様々な分野での応用が期待されている¹⁾. この波長帯では, 1.0 μm 帯や 1.5 μm 帯と比較して, シングルモード伝搬時のファイバコア断面積が大きく, 波長の逆数に比例する非線形係数も小さいため, 非線形光学効果を抑制でき, 高パルスエネルギー化が期待できる. しかし, 同波長帯においては共振器の空間光学系で大気中の水分の吸収等の影響があり動作が不安定になる問題がある²⁾. また, 典型的なシリカファイバは波長 2 μm 帯では異常分散を持ちソリトンモード同期が得られるが, ソリトンの単一パルス条件の制限から 1 つのパルス内に高いエネルギーを保つのが難しい.

これまで我々は, 波長 2 μm 帯で動作する SWNT を分散させたフィルムデバイスを開発し, 全ファイバ型の受動モード同期 Tm 添加超短パルスファイバレーザの開発を進めてきた^{3,4)}. 今回は, 共振器分散値依存性を調査し, 大幅な高出力化に成功した.

2. 実験方法

Figure 1(a)に今回構築した共振器の構成を示す. 全ファイバ構成のリング型の共振器で, ファイバはすべてシングルモードファイバである. 正常分散ファイバには, 導波路分散によって波長 2 μm 帯で正常分散を持つ UHNA4 を用いた. 共振器分散値はこのファイバの長さを変えて $-0.26 \sim +0.110 \text{ ps}^2$ の間で変化させた.

使用した SWNT フィルム(A, B, C)の, 1920 nm での Z-scan 法による可飽和吸収(SA)特性を Figure 1(b)に示す. 本研究では改良直噴熱分解合成法(eDIPS)により生成した SWNT を, ポリイミド樹脂に均一に分散させた光学フィルムを開発した. SWNT の濃度を変えた三種類のフィルム(A<B<C)で, 濃度により変調度変化していることがわかる.

3. 結果

Figure 1(c)に高出力なパルスが得られた SWNT フィルム A でのシングルパルスモード同期時の光スペクトルを示す. このときの共振器分散値は $+0.110 \text{ ps}^2$ で散逸性ソリトンモード同期となっていることが考えられる. 平均出力強度は約 102.6 mW で繰り返し周波数は 21.6 MHz であった. 対応するパルスエネルギーは 4.75 nJ で, 非常に高い値が得られた.

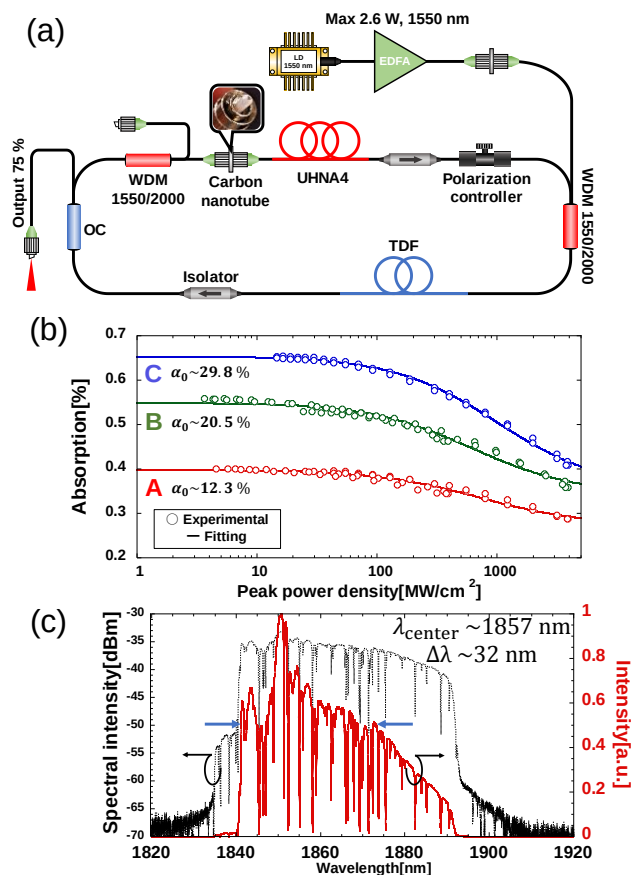


Fig.1 (a) Laser setup, (b) SA characteristics of SWNT film at 1920 nm, and (c) optical spectrum of output pulse

参考文献

- 1) C. W. Rudy, *et al*, Opt. Fiber Technol. **20**, 642 (2014)
- 2) 清水, 他, 第 65 回応物春季大会, 17p-B403-3 (2018)
- 3) 渡邊, 他, 第 66 回応物春季大会, 10a-W834-7 (2019)
- 4) K. Watanabe, *et al*, CLEO2019, W2A.98.