

SWNT を用いた Tm 添加超短パルスファイバレーザの分散制御による高出力化

High power Tm-doped ultrashort pulse fiber laser with SWNT at 2 μm by dispersion management

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.

このため, 本研究では波長 2 μm 帯で動作する SWNT を分散させたフィルムデバイスを用いて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を開発し, さらに分散補償を行うことで高出力, 超短パルス化を行った.

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. 分散補償ファイバ(DCF)には導波路分散を調節することで波長 2 μm 帯で正常分散を持つよう設計されたファイバを用いた. 共振器分散値はこのファイバの長さを変えて $-0.26 \sim +0.096 \text{ ps}^2$ の間で変化させた.

また, Fig.1(b)に使用した SWNT の吸収スペクトルを示す. 今回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した光学フィルムを開発した. 2 μm 帯に広い吸収スペクトルがあることが分かる. 今回はフィルム中の SWNT 濃度を変えた三種類のフィルム ($A < B < C$) で実験を行った.

3. 結果

Figure.1(c)に最も短いパルスが得られた SWNT フィルム B でのシングルパルスモード同期時の波長スペクトルを示す. このときの共振器分散値は $+0.097 \text{ ps}^2$ 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 36 mW で繰り返し周波数は 21.4 MHz であった. 自己相関波形を Fig. 1(d)に示す. 得られた自己相関幅は 325 fs で sech² 型のパルスを仮定したとき 211 fs のパルス幅が見積もられ, 高出力の超短パルスが得られた.

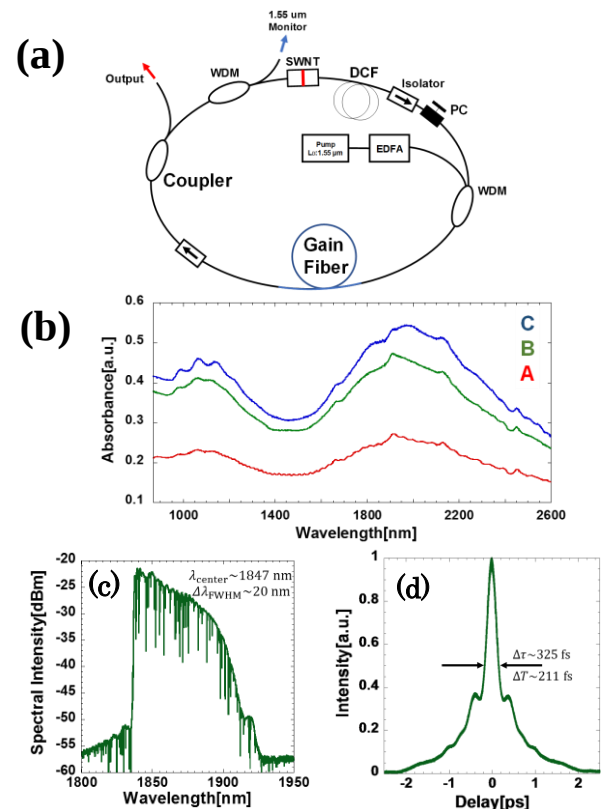


Fig.1(a)Laser setup (b) Linear absorption spectrum of SWNT film

(c) Optical spectrum of output pulse (d)Autocorrelation trace

参考文献

- 1) C. W. Rudy, et al, Opt. Fiber Technol. **20**, 642 (2014)
- 2) 清水, 他, 第 65 回応用物理学会春季大会, 17p-B403-3 (2018)