

単層カーボンナノチューブフィルムを用いた Cr²⁺:ZnS 中赤外モード同期レーザー II

Cr²⁺:ZnS mid-infrared mode-locked laser using single walled carbon nanotubes II

東大生研¹, 東大工², Aalto Univ.³, 産総研⁴

○岡崎 大樹¹, 荒井 隼人², E. Kauppinen³, 千足 昇平², 丸山 茂夫^{2,4}, 芦原 聡¹

IIS, UTokyo¹, Faculty of Eng., UTokyo², Aalto Univ.³, AIST⁴

○D. Okazaki¹, H. Arai², E. Kauppinen³, S. Chiashi², S. Maruyama^{2,4}, S. Ashihara¹

E-mail: dokazaki@iis.u-tokyo.ac.jp

Cr添加II-VI族化合物であるCr²⁺:ZnSやCr²⁺:ZnSeは中赤外領域に広い蛍光スペクトルを有し、さらには、高い量子蛍光効率と高い熱伝導度をも合わせもつ。すなわち、コンパクトで高効率な中赤外超短パルス光源として、優れたポテンシャルを有する¹。

我々は、先進的振動分光および強電場現象のための光源として、Cr²⁺:ZnSを用いた中赤外モード同期レーザーの開発を進めている。これまでに、直径の大きな単層カーボンナノチューブを可飽和吸収体として使用することで、モード同期のセルフスタート、パルス幅 49 fs, スペクトル幅 9.2 THzのソリトン発振を実現した(Fig. 1)^{2,3}。また、プリズムを共振器に挿入することにより、波長2.0-2.4 μmの範囲で中心波長チューニングを実現した²。

今回我々は、上記レーザー開発における鍵となった直径の大きな単層カーボンナノチューブの可飽和吸収特性を評価した。Fig. 2にFTIR計測とZスキャン計測の結果を記す。中赤外領域において、典型的な直径のナノチューブでは光誘起吸収を示すことが知られているが⁴、本研究で用いた波長2.4 μmに共鳴を有する試料では受動モード同期に必要な可飽和吸収が確認された。得られた透過率変化は9.2%，飽和閾値強度は77 MW/cm²である。この値はモード同期発振閾値と同程度のオーダーであり、妥当な値であると考えられる。また、5 GW/cm²以上の強度領域では励起状態吸収に起因すると思われる可飽和吸収特性の低減が確認された。本研究では続いて、CVD法の環境制御による単層カーボンナノチューブのエンジニアリングによって、波長2.4 μmにおける可飽和吸収特性を最適化し、Cr²⁺:ZnSモード同期レーザーの高出力化を図る。

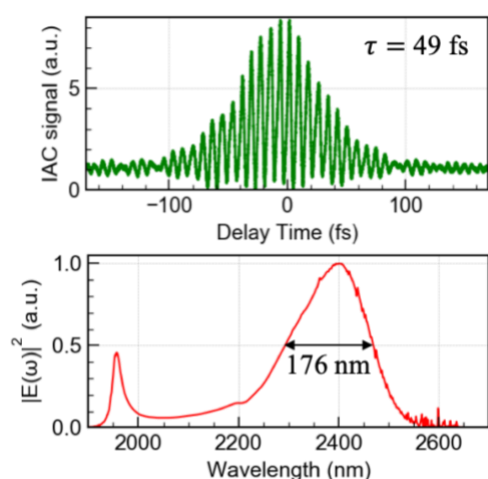


Fig.1 Obtained auto-correlation signal (upper) and spectrum (lower)

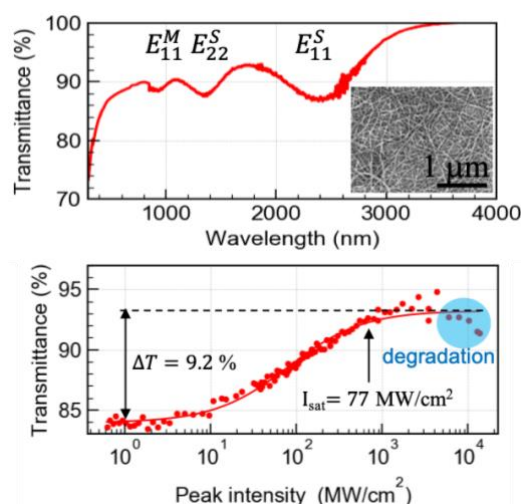


Fig.2 Linear (upper) and nonlinear (lower) transmission at 2.4 μm of SWCNTs. The inset of upper graph is SEM image of SWCNTs

- [1] S. Mirov, et al., *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, **24**, 1601829 (2018). [2] D. Okazaki et al., *Opt. Lett.*, **44**, 7, 1750 (2019).
[3] 岡崎 他, 第 66 回春季応用物理学会, 9p-M135-14 (2019). [4] C. Zhu et al., *Sci. Rep.*, **7**, 11221 (2017)