単層カーボンナノチューブフィルムを用いた Cr^{2+}:ZnS 中赤外モード同期レーザー

Cr^{2+}:ZnS mid-infrared mode-locked laser using single walled carbon nanotubes

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. Kauppinen[3]，千足 昇平[2]，丸山 茂夫[2,4]，芦原 聡[1]

IIS, UTokyo[1], Faculty of Eng., UTokyo[2], Aalto Univ.[3], AIST[4]

○Daiki Okazaki[1], Hayato Arai[2], Esko. Kauppinen[3], Shohei Chiashi[2], Shigeo Maruyama[2,4],

Satoshi Ashihara[1]

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

近年、デュアルコム分光やポンププローブ分光をはじめとする先進的振動分光や、高次高調波発生に代表される強電場現象において、中赤外領域の超短パルスの有用性が明らかにされ、その需要が急速に高まっている[1-2]。これまで、中赤外フェムト秒パルスを得るためには、可視～近赤外域のフェムト秒パルスの周波数下方変換が広く用いられてきた。しかし、非線形過程を辿る従来手法はエネルギー利用効率や装置の複雑化という問題を抱える。この問題を解決すべく、我々は、Cr^{2+}:ZnS をレーザー媒質とする中赤外域で直接発振するモード同期レーザーの開発に取り組んでいる[3]。当該レーザーのモード同期は、現在までにカーレンズ効果・SESAM・グラフェンを用いて実現[4]されてきたが、いずれも調整や作製において技術を要し、安定な発振の実現は容易で無い。

今回我々は、Cr^{2+}:ZnS 多結晶（厚さ 1.9 mm，Cr^{2+}濃度 5.1×10^{18} cm^{-3}）をレーザー媒質とし、分散補償にチャープミラーと CaF_2 プレートを用いた X 型共振器を設計した。また、波長 2400 nm 近傍に吸収ピークをもつ単層カーボンナノチューブフィルムを透過型の可飽和吸収体として使用した。励起パワーを上げていくことで、連続発振から Q スイッチモード同期発振を経て、Fig.1(a)のようなモード同期発振へと遷移する。そのときのビームプロファイルが Fig.1(b)である。モード同期発振は 200 μs 未満の立ち上がり時間でセルフスタートが可能である。励起パワーと分散補償を最適化することで、Fig.1(c)のようなパルス幅 52 fs（6.5 cycle）および Fig.1(d)のようなスペクトル幅 6.8 THz (128 nm)を実現した。

今後は共振器内の三次分散補償の最適化とコーティングの広帯域化、および、単層カーボンナノチューブの可飽和吸収特性の制御によって、さらなるパルス幅の短縮化を図る。

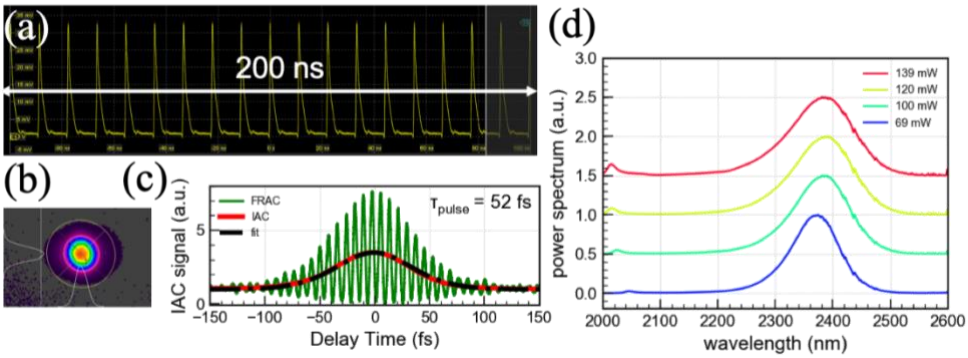

Fig. 1 Main characteristics of SWCNT mode-locked Cr^{2+}:ZnS laser: (a) pulse train, (b) beam profile, (c) interferometric autocorrelation trace, (d) pump power dependence of power spectrum.

[1] I. Morichika, et al., J. Phys. Chem. C 121, 11643 (2017). [2] S. Ghimire et al., Nat. Phys. 7, 138 (2011).
[3] 岡崎他, 第 79 回応物学会, 20a-211A-9 (2018).[4] I. T. Sorokina, *et al.*, *IEEE J. Quantum Electron.* **21**, 1601519 (2015).

© 2019年 応用物理学会