

マイクロコムにおけるデチューニングとノイズの関係

Detuning dependence of beat noise in a microcomb-based light source

慶大理工¹, 理研², 宇宙航空研究開発機構³ °木暮 蒼真¹, 藤井 瞬^{1,2}, 熊崎 基¹, 曾田 昇次¹, 橋本 洋輔³,小林 雄太³, 荒木 智宏³, 田邊 孝純¹Keio Univ.¹, RIKEN², JAXA³, °Soma Kogure¹, Shun Fujii^{1,2}, Hajime Kumazaki¹, Shota Sota¹, Yosuke Hashimoto³,Yuta Kobayashi³, Tomohiro Araki³, Takasumi Tanabe¹

E-mail: takasumi@elec.keio.ac.jp

四光波混合を用いた Microcomb (マイクロコム) は, 単一波長の光から 1 オクターブにもわたる光周波数コムを実現できることから, 2007 年に初めて実現されて以来, 盛んに研究がなされてきた[1]. 一般にマイクロコムの特性は, ポンプ光の波長と共振波長の差を表す Effective detuning (実効的デチューニング) によって決まる. 2014 年に実現された Soliton comb (ソリトンコム) は[2], 位相同期がなされ低ノイズである. ソリトンコムは様々な応用に向いているものの, 実効的デチューニングが大きく, 平均パワーが低い低効率であるという欠点がある. 筆者らのグループでは, ノイズ面では不利であるがより高い平均パワーを持つ, Modulation instability comb (MI コム) を用いて伝送実験を行い, ソリトンコムとの比較を行った[3]. MI コムによる伝送特性は, 実効的デチューニングに大きく依存することが分かり, 実効的デチューニングとノイズに関する定量的な考察が必要となった.

そこで本研究では, FSR が 250 GHz のシリコンナイトライド (SiN) 共振器を用いてマイクロコムを発生させ, ネットワークアナライザを用いた実効的デチューニングの測定と[4], ビートノイズ測定を組み合わせた実験を行ったので報告する. Figure 1(a)-(d)に発生したマイクロコムのスペクトルを示す. ここで, これらのコムは“Turing pattern comb”, “MI comb phase I”, “MI comb phase II”, “MI comb phase III”として区別している. 実効的デチューニングの測定結果を Fig. 1(e), ビートノイズの結果を Fig. 1(f)に示す. ピークの位置が実効的デチューニングに対応しており, 実効的デチューニングが小さくなるにつれ, ビートノイズが大幅に上昇する様子が確認できる. よって, MI コムを光源として用いる際には, デチューニングの制御が必要となる可能性があることが分かった.

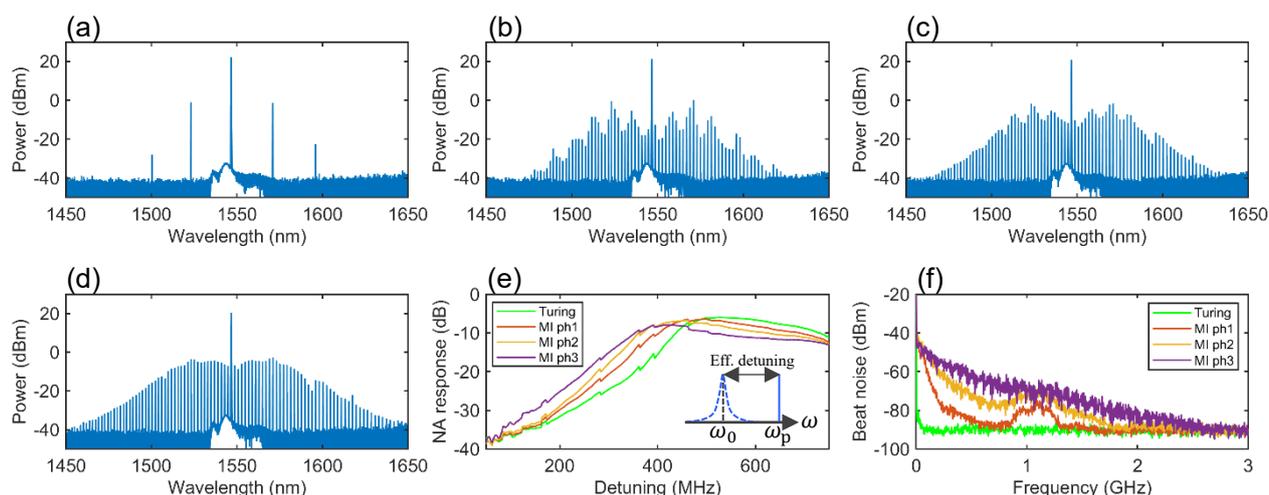


Fig. 1 (a)-(d) Optical spectra of Turing pattern comb, MI combs phase I, II, and III. (e) Measured effective detuning of the microcombs. The peaks (528, 498, 462, and 422 MHz for Turing pattern comb, MI combs phase I, II, and III) correspond to the effective detuning. Inset: illustrated explanation of effective detuning. (f) Beat note spectra of the microcombs.

[1] P. Del’Haye, *et al.* Nature **450**, 1214-1217 (2007). [2] T. Herr, *et al.* Nat. Photonics **8**, 145-152 (2014). [3] S. Fujii, *et al.* Opt. Express **30**, 1351-1364 (2022). [4] H. Guo *et al.* Nat. Phys. **13**, 94-102 (2017).

この成果は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP16007) の結果得られたものです.