

マイクロ光コム光/THz 変換を用いたテラヘルツ通信の品質向上についての検討 ～前方励起ファイバー光増幅による ASE の抑制～

Improvement of terahertz communication using optical-to-THz conversion of Kerr micro-resonator frequency combs

~Reduction of ASE by forward-pumping fiber optical amplifier~

徳島大院創成科学¹, 徳島大 pLED², 徳島大院社会産業理工³, JST さきがけ⁴

○(M1)岡田 昇太¹, 西本 健司¹, 時実 悠², 岸川 博紀^{2,3}, 岡村 康弘³, 久世 直也^{2,4}, 安井 武史²
Grad. Sch. Sci. Tech. Innov., Tokushima Univ.,¹ pLED, Tokushima Univ.,² Grad. Sch. Tech. Ind. Soc. Sci., Tokushima Univ.,³ JST-PRESTO,⁴

°S. Okada¹, K. Nishimoto¹, Y. Tokizane², H. Kishikawa^{2,3}, Y. Okamura³, N. Kuse^{2,4}, T. Yasui²

E-mail: okada@femto.me.tokushima-u.ac.jp

https://femto.me.tokushima-u.ac.jp

テラヘルツ波 (THz 波) は, 次世代移動通信 (Beyond 5G/B5G) の無線キャリア (周波数=300GHz) としての利用が期待されているが, そのためには小型・単純な THz 発生デバイスが重要である. B5G で期待される機能の 1 つが超高速・大容量があるが, その実現に重要な THz 波特性が高周波帯における低位相ノイズである. 近赤外波長帯光ビート信号の光/THz 変換 (フォトミキシング) による THz 発生手法は, 極めて小さい位相ノイズで光/THz 変換過程が可能である. また, 光周波数コム (光コム) の内部光ビート (光コムモード間隔 f_{rep}) を用いると, 電気的な高周波無線キャリア発生手法 (周波数通倍など) よりも良好な位相ノイズ特性が得られる. 今後の移動通信周波数帯の高周波化を考えると, 無線キャリア波の高周波拡張性やノイズ特性といった観点で光コムの光/THz 変換が有望だが, 現行の光コム (ファイバー光コム, 電気光学変調器コムなど) では中型・複雑・高価といった汎用性に課題がある上に, B5G キャリア周波数と比較すると低 f_{rep} ため, モード次数の離れた 2 モード光の抽出が必要となり, 周波数通倍同様, 位相ノイズが増大する. それらの問題を解決する光コムとして, マイクロ光コム[1]が注目されている. マイクロ光コムは, 半導体製造プロセスで大量一括生産により超小型・単純・低価格が可能で, f_{rep} を B5G キャリア周波数と等しく出来るので, 直接的な光/THz 変換により低位相ノイズ THz 波発生が可能である [2]. 我々は, これまでにマイクロ光コムの光/THz 変換を用いたオール光型 THz 発生 [3] と THz 通信への応用 [4] を報告している. しかし, エルビウム添加ファイバー増幅器 (EDFA) を用いたマイクロ光コムの光増幅過程で発生する自然放射増幅光 (ASE) ノイズにより, 通信品質が制限されていた. ここで用いた後方励起 EDFA は, シード光と励起光を光増幅媒質に対向入射することで利得を高める手法であるが, ASE 発生効率が高い. 一方, シード光と励起光を同方向入射する前方励起を用いると, ASE を抑制することが可能になる. 今回は, マイクロ光コムの光増幅を前方励起と後方励起を複合した双方向励起 EDFA で行うことにより ASE を抑制し, THz 通信品質向上への寄与を報告する.

Fig. 1 (a) に実験系を示す. 560 GHz のコムモード間隔を有するマイクロ光コムから, 1 組の隣接コムモードをウェーブシェイパーによって抜き出す. 一方のコムモードを LiNbO₃ 変調器と RF 発振器で振幅変調し, もう一方のコムモードと合波した後, EDFA でアンプする. この時, EDFA に入力されるシード光は数 μ W 程度と, 非常に低い値になってしまうことが原因で, 後方励起 EDFA からの ASE ノイズが増大してしまう. その結果, 単一走行キャリアフォトダイオード (UTC-PD) に入力される 2 モード信号の SN 比が悪化し, THz 出力が低下した. 今回は, 後方励起に加えて前方励起も加えることにより (双方向励起), ASE の抑制を試みた. Fig. 1 (b) に EDFA の双方向励起による ASE 抑制の様子を示す. 前方励起と後方励起を組み合わせた双方向励起 EDFA に, シード光として ECLD 光 (マイクロ光コムの単一モードを模擬, 光パワー数 μ W) を入力し, 後方励起 LD の電流値を一定にした状態で, 前方励起 LD の電流値を変化させている. 前方励起 LD の電流値が高くなることで, ASE が抑制された. 発表では, (a) のセットアップを用いて, マイクロ光コム抽出 2 モードでも ASE 抑制を検討し, 通信品質の向上を目指す.

本研究の一部は, 総務省の「電波資源拡大のための研究開発」(JPJ000254) のうち「無線・光相互変換による超周波帯大容量通信技術に関する研究開発」によって実施した成果を含む.

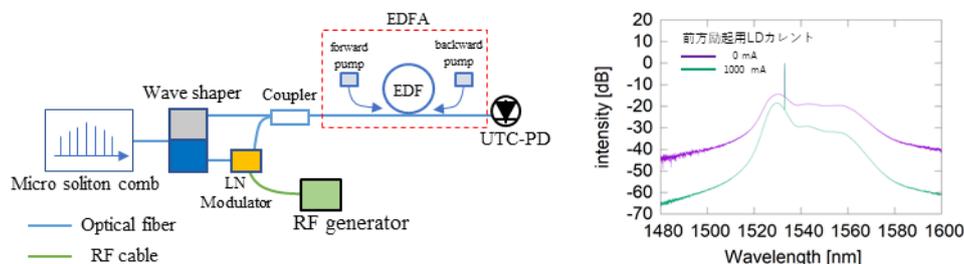


Fig. 1. (a) Experimental setup, (b) Suppression of ASE by forward pumping

参考文献

- [1] N. Kuse *et al.*, Opt. Express **27**, 3873-3883 (2019). [2] S. Zhang *et al.*, Opt. Express **27**, 35257-35266 (2019).
[3] 岡田他, 2021 年秋季応物学会, 13a-N105-11. [4] 時実他, 2021 年秋季応物学会, 13a-N105-10.