

差周波発生テラヘルツ量子カスケードレーザ光源の超広帯域動作

Ultra-broadband Terahertz Quantum-Cascade Laser Sources based on Difference Frequency Generation

○藤田 和上, 伊藤 昭生, 日高 正洋, 道垣内 龍男, 枝村 忠孝, 山西 正道

(浜松ホトニクス中研)

°K. Fujita, A. Ito, M. Hitaka, T. Dougakiuchi, T. Edamura, M. Yamanishi

(Hamamatsu Photonics K. K. Central Research Lab.)

E-mail: kfujita@crl.hpk.co.jp

はじめに: 近年, 室温動作可能な小型テラヘルツ(THz)光源として, 2 波長発振する中赤外量子カスケードレーザ(MIR-QCL)キャビティ内における差周波発生(DFG)を用いた THz-QCL 光源が注目されている[1]. 我々は独自に考案した結合二重上位準位構造(DAU)を用いて DFG THz-QCL を作製し, 室温で THz 発生に成功するとともに, 高い MIR-THz 変換効率が得られることが明らかにした[2, 3]. 今回, 素子構造の最適化を進め, 2 色の中赤外ポンプ光としてグレーティング(DFB)によるシングルモード発振とファブリペロ(FP)発振を同時発生させ, その差周波としてテラヘルツを発生させることにより, 約 1 オクターブに及ぶ超広帯域スペクトルが可能な DFG THz-QCL を実現したので報告する.

実験: 素子は半絶縁 InP 基板上に有機金属気相エピタキシャル(MOVPE)法により作製した. 活性層は DAU 構造 90 段で構成される. DAU 構造では差周波発生に対して高い非線形光学定数が期待でき, 今回設計した活性層においては $\chi^{(2)} \sim 25 \text{ nm/V}$ である. また MIR ポンプ光の片方をシングルモードにするため, 埋め込みグレーティングを作製した. 結晶成長後, 埋め込みヘテロ構造の作製と金メッキによる電極形成を行っている. Fig. 1 に MIR ポンプ光および THz 出力の I-V-L 特性(パルス動作, Duty cycle:2%)を示す. 測定はすべて室温において室温動作型検出器を用いて行った. MIR 発振特性より, 閾値電流密度は FP 発振に対しては $J_{th}=2.2 \text{ kA/cm}^2$, DFB 発振に対しては $J_{th}=3.9 \text{ kA/cm}^2$ である. 両 MIR ポンプ光の合計最大ピーク出力は 1.9 W であった. THz 出力は FP 発振後, FP スペクトル幅が THz に対応する程度まで広がるところから確認でき, DFB 発振時に急激に立ち上がっていることが確認できる. 室温付近(300K)における最大 THz 出力は約 73

μW であった. 室温における MIR と THz スペクトルを Fig. 2 に示す. 中赤外スペクトルの差周波に対応する波長で THz 出力が得られており, 1.8 から 3.7 THz に及ぶ 1 オクターブを超える THz スペクトルが観察された. 今後, 素子構造を最適化することでさらなる特性向上が期待される.

参考文献

[1] M. Belkin et al., Nat. Photonics, vol. 1, pp. 288 (2007). [2] 日高, 他, 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 11p-P3-6. [3] K. Fujita et al., Appl. Phys. Lett, vol. 106, pp. 251104, (2015).

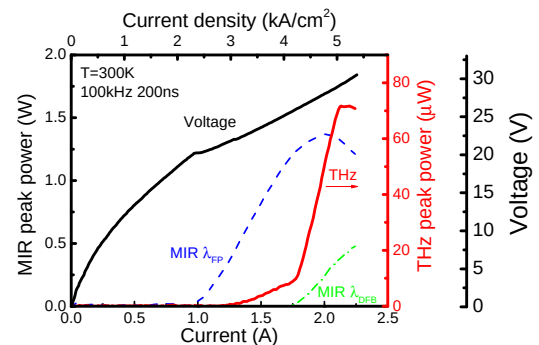


Fig. 1 電流－電圧－光出力特性(MIR, THz)

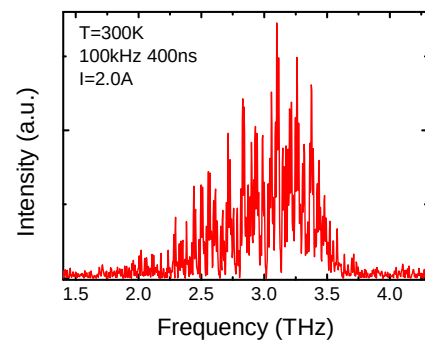


Fig. 2 THz スペクトル