

共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器における周波数コム発生

Frequency-Comb Generation in Resonant-Tunneling-Diode Terahertz Oscillator

京大理¹, 北里大²○平岡 友基¹, 猪瀬 裕太¹, 有川 敬¹, 伊藤 弘², 田中 耕一郎¹Dept. of Physics, Kyoto Univ.¹, Center for Natural Sciences, Kitasato Univ.²°Tomoki Hiraoka¹, Yuta Inose¹, Takashi Arikawa¹, Hiroshi Ito², and Koichiro Tanaka¹,

E-mail: hiraoka.tomoki.5z@kyoto-u.ac.jp

【背景】

テラヘルツ (THz) 周波数帯における周波数コム発生は, THz 光を用いた精密ガス分光や高速通信のための重要な課題である. しかし, 小型で高効率な半導体デバイスを用いて THz 周波数コムを発生することは, 0.1-3 THz の周波数帯においてはこれまで困難であった. 本研究では, 0.1-3 THz の周波数帯で発振可能な半導体デバイスである共鳴トンネルダイオード (RTD) 発振器[1]において, 光フィードバックを加えることで周波数コムが発生することを見出した.

【方法】

図 1a に示す実験配置において, 光フィードバックを RTD 発振器に加えた際の出力 THz 電場の計測を行った. RTD 発振器の出力 THz 光はワイヤグリッド偏光子 WG1 で分割される. WG1 を透過した THz 光はミラーで反射され, RTD 発振器へ帰還される. 光フィードバックの振幅と遅延時間は, WG2 の回転角およびミラーの位置によって調整可能である. WG1 で反射された THz 電場のスペクトルと時間波形を, フェルミレベル制御バリアダイオードおよび線幅 240 mHz 以下の局所発振光を用いたヘテロダイン計測[2]により計測した.

【結果】

光フィードバックを加えない場合, RTD 発振器は 297.1 GHz の単一周波数で発振した. 一方, 特定の条件で光フィードバックを加えると, 図 1b に示すスペクトルが得られた. スペクトルは 273.3 MHz 間隔の縦モードからなり, そのうち 4 本に一本が強く発振している. 強く発振している縦モードの間隔は 1.09313 ± 0.11 MHz であり, 繰り返し周波数が安定な周波数コムになっている. また, ヘテロダイン信号の時間波形から, コムの縦モード同士が特定の位相関係を安定に保持しているモード同期状態であることが明らかになった. このモード同期状態は, RTD 発振器のバイアス電圧を掃引した際に発振周波数が急激に変化する電圧の近傍において見られた. 講演では, モード同期のメカニズムおよび周波数コムとしての性能向上の可能性を議論する.

[1] M. Asada, S. Suzuki, *Sensors*, **21**, 1384 (2021) [2] T. Hiraoka *et al.*, *APL Photonics*, **6**, 021301 (2021).

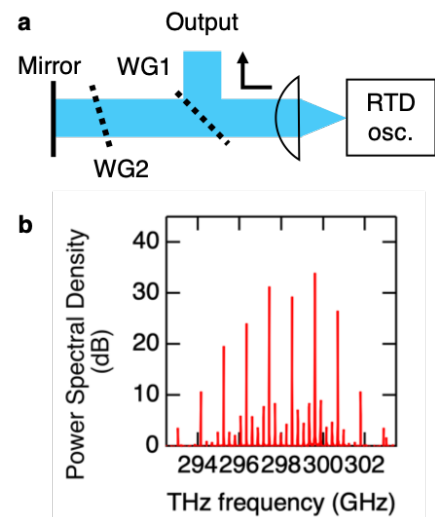


図 1 a, 実験配置図. RTD osc.は RTD 発振器, WG はワイヤグリッド偏光子を意味する. b, THz コムスペクトル. 積算時間は 1 秒.