

テラヘルツ共鳴トンネルダイオード発振器における注入同期

Injection locking of the resonant-tunneling-diode terahertz oscillator

京大理¹, 情報通信研究機構², 北里大³

○平岡 友基¹, 有川 敬¹, 安田 浩朗², 関根 徳彦², 竇迫 巖², 伊藤 弘³, 田中 耕一郎¹

Dept. of Physics, Kyoto Univ.¹, NICT², Center for Natural Sciences, Kitasato Univ.³

○Tomoki Hiraoka¹, Takashi Arikawa¹, Hiroaki Yasuda², Norihiko Sekine², Iwao Hosako²,

Hiroshi Ito³, and Koichiro Tanaka¹

E-mail: hiraoka.tomoki.68w@st.kyoto-u.ac.jp

【目的】

共鳴トンネルダイオード (RTD) 発振器は, 小型かつ安価な連続波テラヘルツ (THz) 光源として期待されている. しかし, 中心周波数 300GHz の発振器における線幅は典型的に 10 MHz 程度であり, 周波数の安定化は喫緊の課題となっている. 我々は RTD 発振器の安定化手法として注入同期に着目し, 研究を進めてきた[1]. 今回の報告では, 注入同期が可能な周波数範囲の注入光強度依存性を精密に測定し, 電気回路モデルとの比較を行った.

【方法と結果】

ヘテロダイン検出をベースとした光学系[1]を用いて, 狭帯域なテラヘルツ光を注入したときの RTD 出力光のスペクトルを計測した. 注入周波数 f_{inj} を変えたときのスペクトルの変化を図 1(a) に示す. f_{inj} (矢印) が自由発振周波数 f_{osc} (点線) から遠い時には, 発振周波数が f_{inj} に近づくように変化することがわかる. f_{inj} が f_{osc} に近いとき ((5), (6)) は f_{inj} のピークのみが観測され, 注入同期が起こっていることが分かる. また, RTD 発振器を二乗検波器として動作させる実験[2]を行って, 注入によりアンテナの給電点に生じる電圧振幅 V_{inj} を実験的に求めた. さらに, RTD 発振器の電気回路モデル[2]を構築し, 発振スペクトルの計算を行った. 実験で決定した V_{inj} と同程度の交流電圧を印加した際に得られるスペクトルの注入周波数依存性を図 1(b) に示す. 定性的に実験と同様の注入同期の挙動が見られた ((v), (vi)). しかし, 同期が外れた状態においては実験と計算のスペクトル形状に違いが見られた. 例えば, (9) と (ix) において破線で囲んだサイドバンドピークの高さが異なる. 原因として, 計算と実験における RTD 発振器のノイズや量子トンネル効果の取り扱いの差異が考えられる. 講演では, 注入同期のメカニズムについて議論するとともに, 位相縮約法[3]を用いたモデルの単純化の適用範囲について考察する.

[1] 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (北海道大学) 20p-E206-3

[2] Y. Nishida et al., *Sci. Rep.* **9**, 18125 (2019).

[3] Y. Kuramoto, *Chemical Oscillations, Waves, and Turbulence*, Dover (2003)

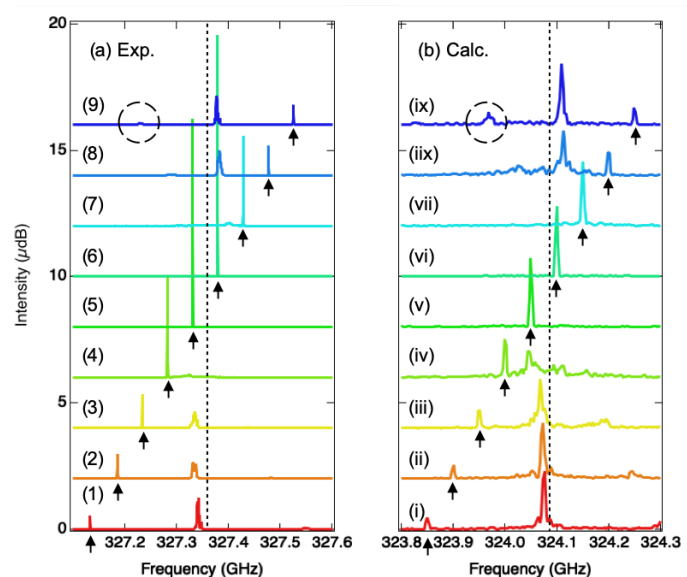


図 1 (a) 実験および (b) 計算における RTD 発振器の注入同期下での発振スペクトル形状の注入周波数依存性.