

共鳴トンネルダイオード発振器における自己注入の等価回路計算

Equivalent Circuit Simulation for Self-injection of Resonant Tunneling Diode Oscillator

京大院理¹, 京大 iCeMS²

○猪瀬 裕太¹, 平岡 友基¹, 有川 敬¹, 田中 耕一郎^{1,2}

Dept. of Phys., Kyoto Univ.¹, iCeMS, Kyoto Univ.²

○Yuta Inose¹, Tomoki Hiraoka¹, Takashi Arikawa¹, and Koichiro Tanaka^{1,2}

E-mail: inose.yuta.3r@kyoto-u.ac.jp

共鳴トンネルダイオード (Resonant tunneling diode: RTD) 発振器は、室温動作する小型のテラヘルツ光源として注目されている。RTD 発振器は戻り光による影響を強く受けることが示されており[1,2]、また特定の条件下においてマルチモード発振が生じることが示唆されている[3]。本研究ではマルチモード発振の振る舞いを理解するため、等価回路シミュレーション[4]によって RTD 発振器に自己注入を行った際の計算を行った。

今回の計算で用いた等価回路を図1に示す。本研究では RTD を抵抗 R_{RTD} (V_{RTD})とキャパシタ C_{RTD} の並列素子として取り扱い、抵抗にはバイアス依存性を導入した。RTD 素子を組み込んだ回路は単一モードで自励発振し、抵抗 R_{load} に含まれるアンテナの放射抵抗によって外部に放射される。RTD デバイスから距離 L の位置にミラーが配置されていると仮定して、自己注入を時間遅延がついた電圧源 $V_{\text{FB}}(t) = -\sqrt{\eta} \times V_{\text{load}}(t - 2L/c)$ によって等価回路計算に取り込んだ。ここで η は、抵抗 R_{load} で生じる損失パワーに対する注入パワーの割合である。図2は、自己注入を行った際の発振スペクトルの計算例であり、多数のサイドバンドが形成されていることが分かる。このサイドバンドの強度は L や η に依存し、さらに等価回路内に導入したノイズの大きさ σ_i にも依存することを確認した。講演では、自己注入におけるパラメータ依存性について詳細に報告する。

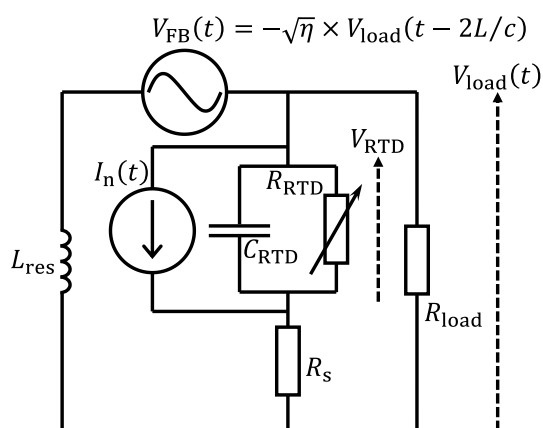


図1. 計算で用いた等価回路図。 $V_{\text{FB}}(t)$ は自己注入を表現する電圧源で、 $I_n(t)$ は RTD 部のショットノイズ電流源である。

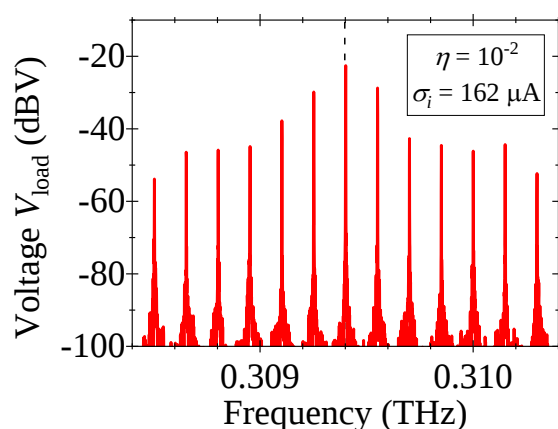


図2. 自己注入時の $V_{\text{load}}(t)$ スペクトル。 $I_n(t)$ は、標準偏差 $\sigma_i = 162 \mu\text{A}$ で帯域 10 THz の白色ノイズとした。(縦破線は非注入時の発振周波数)

- [1] M. Asada *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 070309 (2015). [2] L. D. Manh *et al.*, IEEE trans. THz Sci. Technol. **8**, 455 (2018).
 [3] 平岡 友基 他, 第 81 回 応用物理学会 秋季学術講演会. [4] L. W. Nagel, "SPICE2: A Computer Program to Simulate Semiconductor Circuits," Memorandum No. ERL-M520, University of California, Berkeley (1975).