

共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器における非線形光学応答

Nonlinear optical response in Resonant Tunneling Diode Terahertz Oscillators

京大院理¹, JST さきがけ², 京大 iCeMS³

(M2)山崎 星雅¹, 有川 敬^{1,2}, 田中耕一郎^{1,3}

Dept. of Physics, Kyoto Univ.¹, JST PRESTO², iCeMS, Kyoto Univ.³

Seiga Yamasaki¹, Takashi Arikawa^{1,2} and Koichiro Tanaka^{1,3}

E-mail: yamasaki.seiga.63z@st.kyoto-u.ac.jp.or.jp

共鳴トンネルダイオード(RTD)テラヘルツ発振器は、室温動作するコンパクトなテラヘルツ光源として注目されている[1]。これまでの研究で、RTD 発振器は単一周波数の狭線幅テラヘルツ注入波による注入同期[2]や、自己注入によるマルチモード同期発振[3]など、様々な注入条件における発振状態の変化が確認されてきた。これらの現象を非線形光学応答として捉え、そのメカニズムを理解することで、RTD 発振器の発振状態を制御できるようになると期待できる。それにより、モード同期したコム動作を実現することができれば、RTD 発振器によるテラヘルツ帯での周波数標準機の実現が期待できる。そこで本研究では、RTD 発振器に2つの異なる周波数の狭線幅テラヘルツ波を注入し、RTD の発振スペクトルを観測することで非線形光学応答を調べた。

本実験では、フォトミキシングに使う一方の光をマッハツェンダ干渉計によって搬送波抑圧両側波帯変調することにより、2つの周波数の注入テラヘルツ波を発生した。図 1(a) は RTD 発振器の自由発振スペクトル(黒)および、注入テラヘルツ波を入れた時のスペクトル(赤)である。注入光と同じ周波数 d_0, u_0 モードに加えて、多数のモード($d_1, d_2, d_3, u_1, u_2, u_3$) が新たに生成された。非常に高い効率で新たなモードが生成されたことがわかる。ラベルなしのモードは搬送波が両側波の 14 dB 下に弱く存在することから現れたモードであるが、大きな離調周波数で顕著になっていることがわかる。図 1(b) は各モードのピーク強度を縦軸、 d_0 モードのピーク強度 I_{d0} を横軸にとった対数軸プロットである。このグラフから、 I_{d0} の強度によって2つの異なる強度依存性があることが分かる。本発表では、強度依存性の観点から詳しく議論を行う。

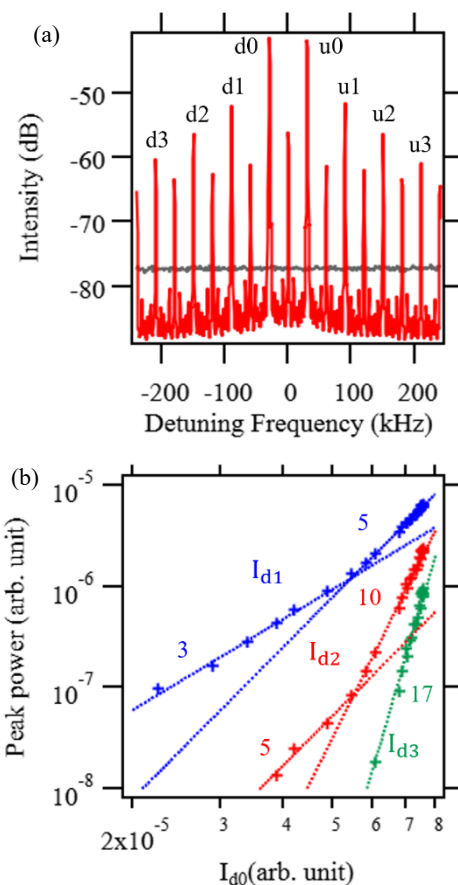


Fig.1 (a) Spectrum of RTD w/ inj. (red) and w/o inj. (black) (b) Dependence of each mode intensity on d_0 mode's intensity.

[1] M. Asada and S. Suzuki, *Sensors* **21**, 1384 (2021). [DOI: <https://doi.org/10.3390/s21041384>]

[2] T. Hiraoka, T. Arikawa, and H. Yasuda et. al., *APL Photonics* **6**, 021301 (2021). [DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0033459>]

[3] T. Hiraoka, Y. Inose, and T. Arikawa et. al., *Nat Commun.* **13**, 3740 (2022). [DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31071-3>]