共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器における注入同期機構

The injection locking mechanism of resonant-tunneling-diode terahertz oscillators

京大理 [1]，北里大 [2]

○平岡 友基 [1]，有川 敬 [1]，伊藤 弘 [2]，田中 耕一郎 [1]

Dept. of Physics, Kyoto Univ. [1], Center for Natural Sciences, Kitasato Univ. [2]

°Tomoki Hiraoka[1], Takashi Arikawa[1], Hiroshi Ito[2], Koichiro Tanaka[1]

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、小型で安価な連続波テラヘルツ（THz）光源として期待されている。RTD 発振器の問題点は位相雑音の大きさで、300 GHz の発振器の場合、10-100 MHz の線幅がある。発振器の安定化手法に注入同期があるが、RTD 発振器の注入同期特性はほとんどわかっていない。本研究では、RTD 発振器に狭帯域・連続波の THz 光を注入し、注入光の周波数と強度を変えた際の挙動を調べた。

【方法】

ヘテロダイン検波で RTD 発振器の出力光スペクトルを測定した（図 1）。局部発振光（LO 光）として、単一走行キャリアフォトダイオード（UTC-PD）により発生した周波数 f_{LO}、線幅 6 MHz の THz 光を用いた。RTD 発振器の出力光と LO 光を、ワイヤグリッド偏光子（WG）を用いて合波した。検出器にはフェルミレベル制御バリアダイオード（FMBD） [1] を用い、信号のパワースペクトルをスペクトルアナライザー（Keysight N9020B）で計測した。また、別の UTC-PD を用いて発生した周波数 f_{INJ}、線幅 200 kHz の THz 光を RTD 発振器に注入した。

【結果】

f_{INJ} を変化させて計測したパワースペクトルを図 2 に示す。トレース i-v は、RTD 発振器の出力光強度 10 μW に対し、注入光の強度を 4 μW に設定したときのスペクトルである。f_{INJ} を矢印で示し、注入がないときの発振周波数 f_{RTD} を点線で示してある。f_{INJ} を f_{RTD} に近づけると、発振周波数が f_{INJ} に同期する注入同期現象が観測された。注入同期が生じる周波数範囲と、注入光強度の平方根との関係を図 2 の挿入図に示す。点で示した測定値は、注入同期の一般的な理論 [2]に基づくフィッティング（実線）と一致した。講演では、注入強度と周波数に対する安定性、RTD 発振器における注入同期の機構を議論する。

[1] H. Ito and T. Ishibashi, *Electron. Lett.* **54**, 18, 1080 (2018) [2] B. Razavi, *IEEE J. Solid-State. Circ.* 39, 1415–1424 (2004).

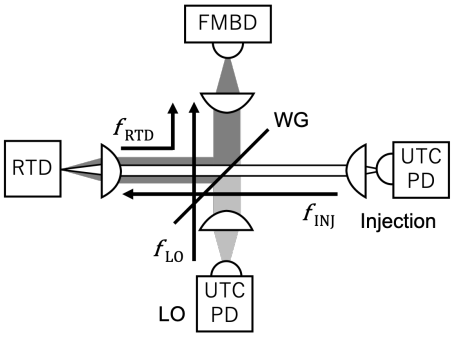

図 1：実験配置図

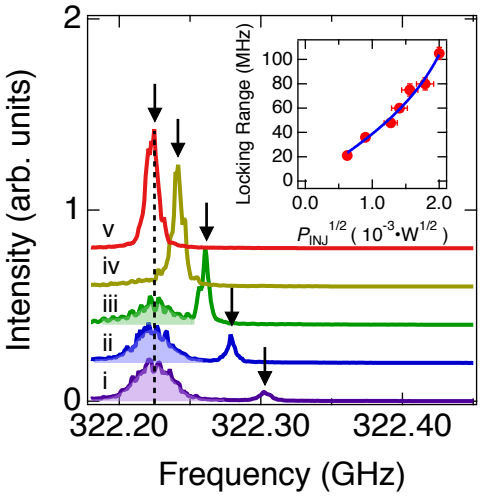

図 2：RTD 発振器の出力光のスペクトル