

注入同期した共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器の電場波形測定

Coherent sampling of injection-locked resonant tunneling diode terahertz oscillators

京大院理¹, ローム², 阪大基礎工³, 京大 iCeMS⁴

○有川 敬¹, 金 在瑛², 向井 俊和², 西上 直毅³, 富士田 誠之³, 永妻 忠夫³, 田中 耕一郎^{1,4}

Kyoto Univ.¹, Rohm², Osaka Univ.³, iCeMS Kyoto Univ.⁴

○Takashi Arikawa¹, Jaeyoung Kim², Toshikazu Mukai², Naoki Nishigami³, Masayuki Fujita³,

Tadao Nagatsuma³, Koichiro Tanaka^{1,4}

E-mail: arikawa@scphys.kyoto-u.ac.jp

共鳴トンネルダイオード (Resonant Tunneling Diode, RTD) は小型、低消費電力、室温発振が可能である等の優れた特徴を持つ半導体連続テラヘルツ波光源であり、イメージング[1]、通信[2]、分光分析[3]などへの応用が実証されている。今後 RTD をより機能的なデバイスにするためには、強度情報に加えて位相情報を積極的に利用する事が重要であるが、RTD の発振位相特性はあまり研究されていない。そこで我々は、RTD を位相ロックされたピコ秒テラヘルツパルスで注入同期し、出力電場の波形を測定することで発振位相を直接観測した。

図 1(a)に注入に用いたテラヘルツ波 (注入光) の波形を示す。発生には繰り返し 82 MHz、パルス幅 100 fs の Ti:Sapphire モードロックレーザーと光伝導アンテナを用い、検出には ZnTe 結晶を使用した電気光学サンプリング法を用いた。使用した RTD の発振周波数は 0.321 ~ 0.341 THz である。図 1(b)に示すように、自由発振状態の RTD に注入光を入射することで、0.338 THz の振動電場が観測された。このことは、RTD の発振位相が注入光の位相に同期していることを示している。また、振動電場が注入光の入射から約 25 ピコ秒遅れて現れるのは、位相同期のダイナミクスを反映していると考えられる[4,5]。さらに、横軸の遅延時間をより長く取ることによって位相乱れのダイナミクスを調べることができた。このように、パルス光による注入同期は RTD の発振位相特性を調べるための有効な手法となることがわかった。

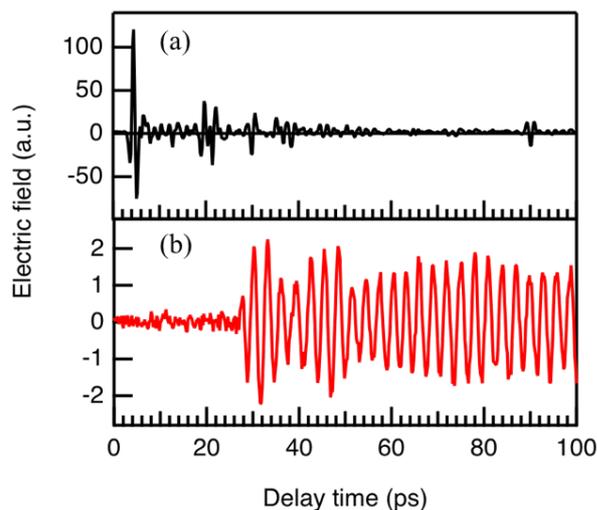


Fig. 1 (a) Waveform of the injection THz pulse. (b) Coherently detected electric field emitted from RTD.

- [1] T. Miyamoto, et al., JJAP **55**, 032201 (2016).
- [2] S. Diebold, et al., Electron. Lett., **52**, 1999 (2016).
- [3] S. Kitagawa, et al., JJAP **56**, 058002 (2017).
- [4] R. Adler, Proc. IEEE, **61**, 1380 (1973).
- [5] B. Razavi, IEEE JSSC, **39**, 1415 (2004).