

位相同期回路による共鳴トンネルダイオード テラヘルツ発振器の周波数安定化

Frequency Stabilization of Resonant-Tunneling-Diode Oscillator using Phase Locked Loop Circuit

東工大, °荻野 康太, 鈴木 左文, 浅田 雅洋

Tokyo Tech., Kota Ogino, Safumi Suzuki, and Masahiro Asada

E-mail: asada@pe.titech.ac.jp

【はじめに】テラヘルツ(THz)周波数帯には物質固有の吸収スペクトルが多く存在するため、その特徴を利用した分光分析への応用が期待され研究が進められている。共鳴トンネルダイオード(RTD)は小型で室温連続動作が可能な THz 光源で[1]、これまでにバラクタダイオードを集積した周波数可変 RTD 発振器(RTD-VCO)により 580-900GHz の広い周波数挿引を達成しており[2]、分光分析の光源として期待できる。しかしながら、RTD の瞬時的な発振線幅は約 10MHz と大きく[3]、さらに、ゆっくりとした揺らぎにより数 10 MHz に広がっているため、1MHz 程度以下の分解能が必要なガスなどの精密な分光分析には、より狭い線幅と周波数安定化が必要である。そこで今回、位相同期回路(PLL)を用いて RTD-VCO の周波数安定化を行ったので報告する。

【実験】Fig. 1 に実験系を示す。RTD-VCO の発振周波数 f_{RTD} は約 530 GHz で、バラクタダイオードの電圧に対して 20 MHz/1mV の周波数変化が得られるものを用いた。Si 半球レンズ上にマウントされた RTD-VCO からの出力をレンズで集光し、シグナルジェネレータからの信号 ($f_{\text{SG}} = 14.68 \text{ GHz}$) を 36 通倍してミキシングすることで、 $f_{\text{RF}} \approx 300 \text{ MHz}$ の信号にダウンコンバートする。これを LNA で増幅し、LO 信号 ($f_{\text{LO}} = 300 \text{ MHz}$) と共にバランスドミキサーに入力することで、位相揺らぎを電圧変化として取り出し、3dB 帯域 1 MHz のループフィルターを通してバラクタダイオードにフィードバックした。これにより、フリーランニング時に生じていた数 Hz 程度以下の遅いスペクトル揺らぎ (幅 ~20MHz) を静止させることができた。また、発振スペクトルの瞬時的な線幅 (半値全幅) はフィードバックにより 9 MHz から 5 MHz に狭くなった。これを発振スペクトルのピークを左端として Fig.2 に示す。図中の 35 MHz 付近のピークは LO 信号の漏れである。今後、フィードバック系の S/N 比の改善と PLL のループ帯域を大きくすることで大幅な狭線化を目指す。

[1] Maekawa, et al., *Appl. Phys. Express*, **9** (2016) 024101. [2] Kitagawa, et al., *Electron. Lett.*, **52** (2016) 479. [3] Karashima, et al., *JJAP.*, **49** (2010) 020208.

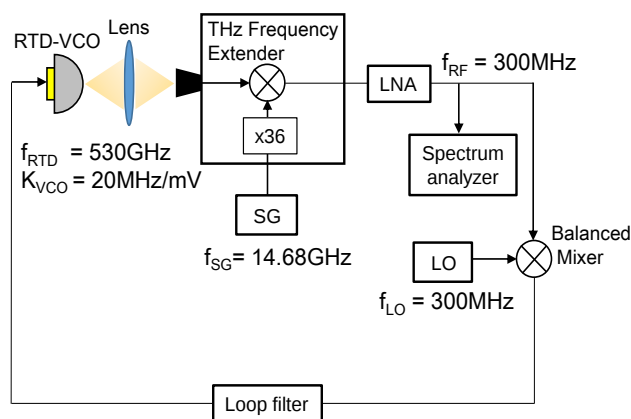


Fig. 1 Experimental setup of phase locked loop circuit for frequency stabilization of resonant tunneling diode oscillator.

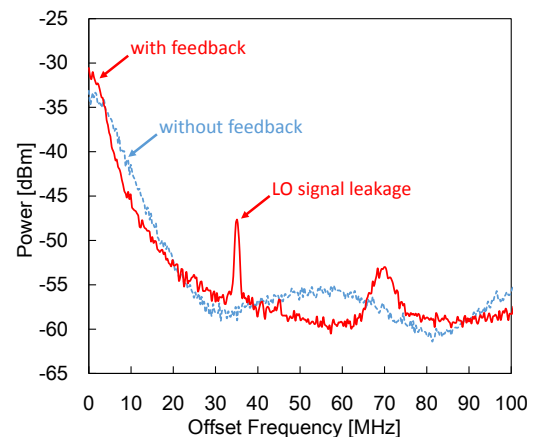


Fig. 2 Measured spectra with and without feedback.