

注入同期による共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器の位相制御

Phase Control of Injection-Locked RTD Terahertz Oscillator

東工大, °鈴木 雄成, マイ ヴァン タ, 兪 熊斌, 鈴木 左文, 浅田 雅洋

Tokyo Tech, °Yusei Suzuki, Ta Van Mai, Xiongbin Yu, Safumi Suzuki, and Masahiro Asada

E-mail: suzuki.y.da@m.titech.ac.jp

【はじめに】テラヘルツ (THz) 帯は 0.1-10 THz の周波数領域にある電磁波で、超高速無線通信やイメージング、レーダーなどへの応用が期待されている。これらの応用実現にはビームフォーミングの技術が不可欠であり、電氣的に制御するフェーズドアレイではアンテナ素子の位相を個別に制御する必要がある。共鳴トンネルダイオード (RTD) は室温動作可能かつ小型なテラヘルツ光源として有望で、大規模アレイへの拡張が容易であると共に、注入同期現象を利用することで各アレイ発振器の位相制御も可能である[1]。今回我々は、高精度な THz 波の位相測定系を構築し、単一の RTD 発振器に対して注入同期を利用した位相制御に成功したので報告する。

【実験】位相測定系を Fig. 1 に示す。シグナルジェネレータ SG1 で発生した 10.644 GHz を 36 通倍し、383.2 GHz の THz 波を RTD 発振器に注入した。一方、IQ ミキサで 10.644 GHz と 10 MHz を混合することにより 10.654 GHz を生成し、ヘテロダイン受信機の LO 入力信号とした。受信した 383.2 GHz の THz 波は、ヘテロダインにより RTD の位相情報と共に 360 MHz にダウンコンバートされ、オシロスコープで基準信号 (360 MHz) と比較することにより RTD の位相が抽出される。

Fig. 2(a)に RTD のバイアス電圧に対する自励発振周波数の変化を示す。戻り光の影響を抑えるため、従来の Si レンズは用いず、銅板にあけたテーパ状の穴から THz 波を放射するパッケージを採用した。これにより、0.61-0.65 V の範囲において 380.5-386.7 GHz の連続的な周波数変化が得られた。

Fig. 2(b)に位相測定結果を示す。RTD に 383.2 GHz を注入した状態でバイアス電圧により自励発振周波数を 380.5-386.7 GHz の範囲で変化させ位相を測定した。位相と同時に受信強度も測定し、RTD を介さず受信器に漏れた注入信号成分を後から差し引くことによって RTD 発振器だけの位相変化を取り出している。注入同期のロックレンジ内でほぼ -90° から $+90^\circ$ の位相変化が得られ、アドラー方程式[1]から導かれる位相変化特性と良く一致した。

[1]. R. Adler, "A study of locking phenomena in oscillators," in Proceedings of the IEEE, vol. 61, no. 10, pp. 1380-1385, Oct. 1973.

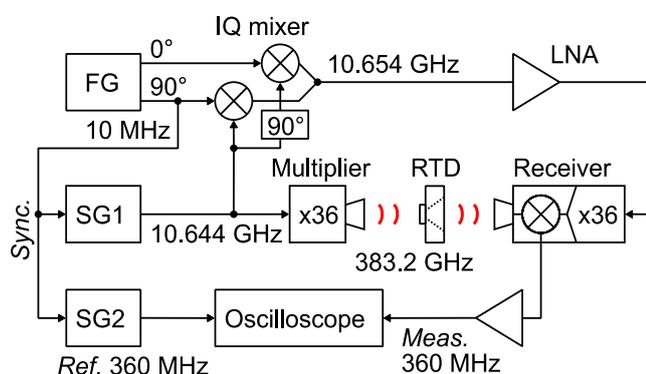


Fig. 1. Schematic of phase measurement setup.

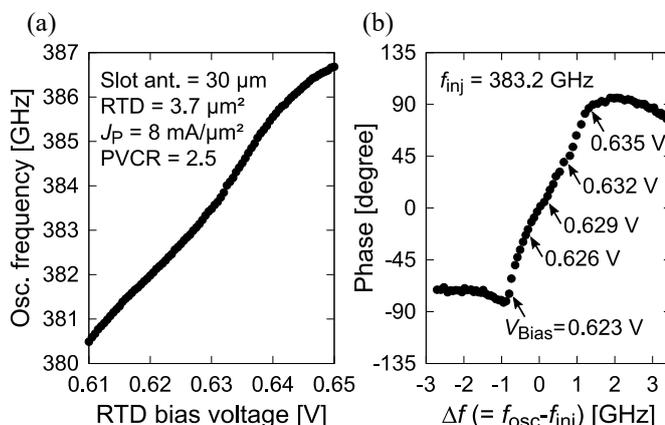


Fig. 2. (a) Free-running oscillation frequency versus RTD bias voltage. (b) Phase of the RTD oscillator as a function of frequency difference between free-running and injection frequency. V_{Bias} in the figure represents the RTD bias voltage.