

共鳴トンネルダイオード発振器におけるアドラーの式

Adler's equation for a resonant-tunneling-diode oscillator

情報通信研究機構¹, 京大院理²○安田 浩朗¹, 関根 徳彦¹, 竇迫 巖¹, 平岡 友基², 有川 敬², 田中 耕一郎²NICT¹, Kyoto Univ.² ○Hiroaki Yasuda¹, Norihiko Sekine¹, Iwao Hosako¹,Tomoki Hiraoka², Takashi Arikawa², Koichiro Tanaka²

E-mail: yasuda@nict.go.jp

共鳴トンネルダイオード (RTD) 発振器の発振周波数の安定化のため、我々は注入同期に注目し[1]、シミュレーションにより注入同期特性を調べ、回路内の注入同期信号を与える位置によりロックレンジの幅が異なることを報告した[2]。真空管発振回路において導かれた Adler の式[3]では、同期時の発振信号と注入信号との位相差を α とすると、 $\sin \alpha$ は自由発振周波数と注入信号の周波数の差に比例し、 $\sin \alpha$ が ± 1 に達するとロックが外れる。一方、RTD 発振回路 (図 1(a)) でのシミュレーション結果では、図 1(b)の白抜き記号で示すようにこの Adler の関係は見られず、RTD 発振器での注入同期に関して Adler の式を修正する必要があると考えた。

今回、適切な位相 α_0 を選んで位相差を補正し、 $\sin(\alpha - \alpha_0)$ をプロットすると、図 1(b)の塗りつぶし記号で示すように上記の Adler の関係を満たすことがわかった。RTD の抵抗成分を一定とした非発振状態で注入信号を与えた場合の RTD 電圧の時間波形を図 1(c)に示す。位置 A~C に与えた注入信号が RTD 電圧に生じさせる信号の位相遅れは α_0 と同程度であった。また、この RTD 電圧振幅とロックレンジの幅は比例していた。このように RTD 発振器においては、注入同期信号が RTD に生成する信号と RTD 発振信号との間で Adler の式が成り立つことが明らかになった。

参考文献 [1] T. Hiraoka et al., submitted to APL photonics. [2] 安田他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 10p-Z24-11 (2020). [3] R. Adler, Proc. IRE **34**, 351 (1946).

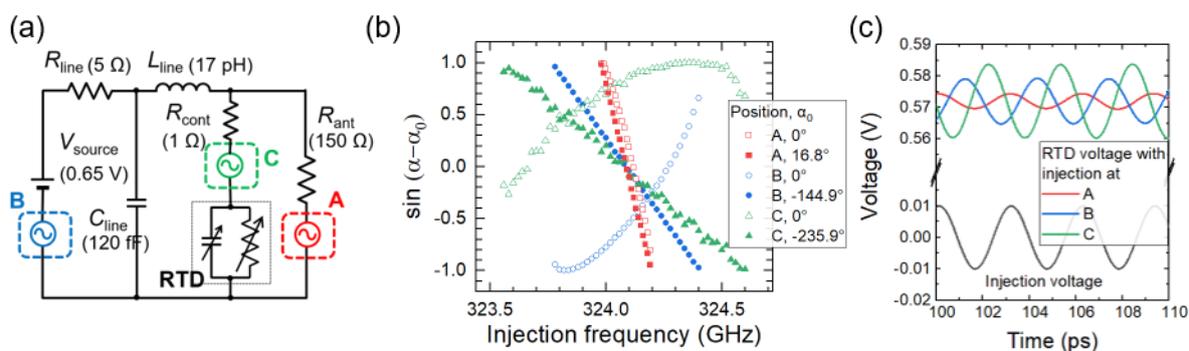


図 1 (a) RTD 発振器の等価回路図。注入同期信号は位置 A~C のいずれかに加える。(b) RTD 発振信号と注入同期信号間の位相差 α の注入周波数依存性。RTD の信号が遅れる場合、 α を負で表す。注入信号の振幅は 1 mV。(c) RTD が非発振の場合の注入信号と RTD の波形。