

直列接続共鳴トンネルダイオードにおける発振とドメイン形成

Oscillation and Domain Formation in Serially-connected Resonant Tunneling Diodes

情報通信研究機構¹, 京大院理², 京大 iCeMS³○安田 浩朗¹, 関根 徳彦¹, 竇迫 巖¹, 平岡 友基², 猪瀬 裕太², 有川 敬², 田中 耕一郎^{2,3}NICT¹, Kyoto Univ.², iCeMS³ ○Hiroaki Yasuda¹, Norihiko Sekine¹, Iwao Hosako¹,Tomoki Hiraoka², Yuta Inose², Takashi Arikawa², Koichiro Tanaka^{2,3}

E-mail: yasuda@nict.go.jp

共鳴トンネルダイオード (RTD) は、負性微分コンダクタンス(NDC)を利用した室温動作する小型のサブミリ波・テラヘルツ信号源であり、イメージング、通信などでの利用が期待される。RTD の出力パワーは比較的弱いですが、直列に複数個接続した RTD が発振すれば、大出力化やより高い発振周波数を実現できる。一方、直列接続 RTD では各 RTD の電圧が同一である必要はなく、不安定な NDC 領域ではなく正の微分コンダクタンス(PDC)領域をとり、電界ドメインが生じて発振しないこともある。今回、直列接続 RTD においてドメイン形成を回避して発振する条件を回路シミュレーションにより調べた。

RTD は電圧依存の抵抗と電圧依存の容量の並列接続でモデル化し[1]、2 個の RTD, インダクタ (インダクタンス L), 抵抗, 直流電源を直列接続した回路の過渡解析を行った。RTD の面積が等しい場合、 L が一定値以上になるとドメイン形成から発振に移行した。実際の RTD では面積にばらつきが生じるところ、3%以内の面積差であれば発振することを確認した (図 1 参照)。また電源電圧の 0.1%程度の白色雑音を加え、電源の立ち上がりスロープを調整すると発振が確実になった。

参考文献 [1] S. Diebold, et al., IEEE Trans. THz Sci. Tech. **6**, 716 (2016).

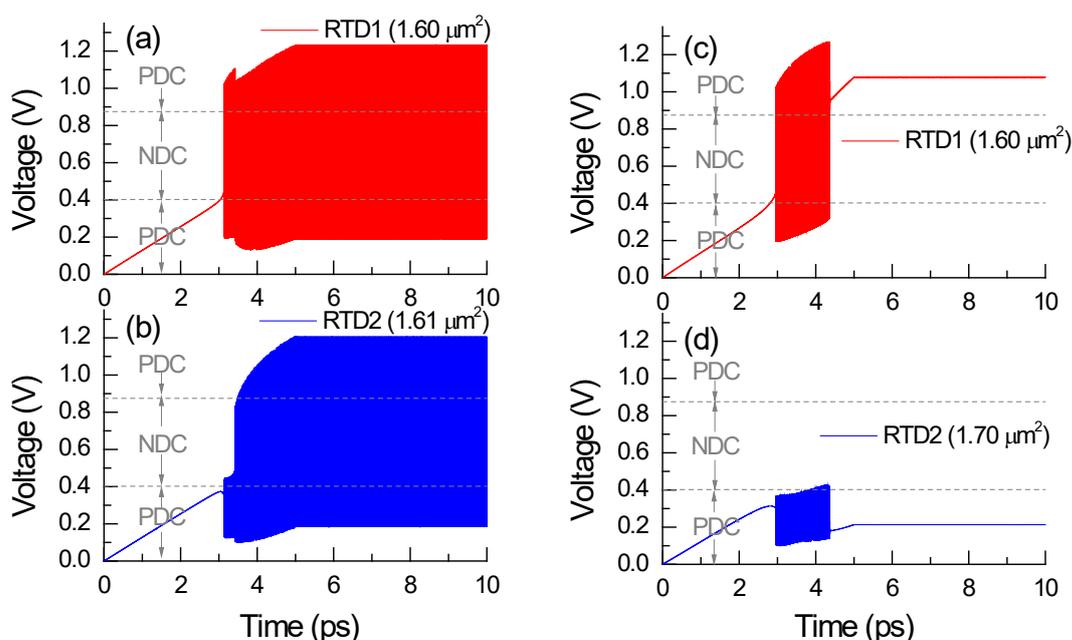


図 1 直列接続 2RTD の時間波形。電源電圧 1.3V (立ち上がり時間 5 ps)。 $L = 20$ pH。 (a)(b) 面積 $1.6 \mu\text{m}^2$ と $1.61 \mu\text{m}^2$ の RTD の場合。発振周波数は 446.5 GHz。 (c)(d) 面積 $1.6 \mu\text{m}^2$ と $1.7 \mu\text{m}^2$ の場合。最終的にドメインが形成された。