共鳴トンネルダイオードを用いたリング型差動発振器のベースバンド帯域の広帯域化

Enhancement of Baseband Bandwidth of Differential Ring Oscillator using Resonant Tunneling Diodes

◦岩松　秀弥 [1], 西上　直毅 [1], 西田　陽亮 [2], 冨士田 誠之 [1], 永妻 忠夫 [1]
1.大阪大学, 2.ローム株式会社
◦Shuya Iwamatsu[1], Naoki Nishigami[1], Yousuke Nishida[2], Masayuki Fujita[1], and Tadao Nagatsuma[1]
1. Osaka University, 2. ROHM Co., Ltd.
E-mail: u737379d@ecs.osaka-u.ac.jp, fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp

近年，超高速無線通信への応用に向けた，テラヘルツ波源の研究開発が盛んに進められている．我々は，共鳴トンネルダイオード(Resonant Tunneling Diode：RTD)に着目し，RTD 送受信器を用いた 30 Gbit/s のエラーフリー無線伝送(ビット誤り率 $<10^{-11}$)をはじめ，数々の無線通信応用の可能性を示してきた [1]．RTD 発振器は高出力化が課題であり，我々はひとつの有望なアプローチとして，2 つの RTD を有するリング型差動発振器を提案した [2]．本リング型差動発振器を用いた無線伝送実験では，エラーフリー伝送速度として 7Gbit/s が最高値であった．この通信速度を制限している要因として，変調のためのベースバンド回路(同軸コネクタから RTD デバイスに至るまでの伝送線路)の帯域が十分ではないことが判明している [3]．今回，我々はその原因を解明し，ベースバンド回路内のワイヤボンディング部を改良することで帯域を向上させ，25 Gbit/s のエラーフリー無線伝送に成功したので報告する．

図 1 にリング型差動発振器の写真，図 2 に作製したデバイスの拡大写真を示す．本リング型差動発振器は，2 つの RTD および InP 基板上の半径 40 μm のリングスロットアンテナと寄生発振を防ぐための 2 つのシャント抵抗により構成されている．先行発表では，チップ下部にあるバイアス電圧印加用の電極パッドに対し，ボンディングワイヤを 2 本形成していた [2, 3]．この場合，図 1 右下の表面金属がノッチフィルタとして働くことで定在波が生じ，ベースバンド回路の帯域を制限していることが 3 次元電磁界解析によって判明した．そこで定在波の生じる箇所に，新たにもう 1 本のワイヤをボンディングすることで，ノッチフィルタとしての影響が抑制され，帯域が向上すると考えた．2 本もしくは 3 本，ボンディングワイヤを形成したときのベースバンド回路の周波数特性の比較を図 3 に示す．3 本目のボンディングワイヤによって，23 GHz 付近の急峻な帯域制限を緩和したことで，3 dB 帯域が 11.2 GHz から 15.8 GHz に向上した．以上のような改良を加えた RTD 送信器(図 3 のデバイスとは異なる)と，高感度な RTD 同期検波受信器 [1]を使用し，無線伝送実験を行った．その結果，25 Gbit/s のエラーフリー無線伝送に成功した．今後，イコライザ [1]を利用することでさらに広い実効帯域を実現し，30 Gbit/s を超えるエラーフリー無線伝送の実現を目指す．

本研究の一部は，JST CREST(#JPMJCR1534)の支援を受けた．

［文献］1) Y. Nishida *et al.*, *Sci Rep*, **9,** 18125 (2019). 2) 木村有基 他，第 65 回応用物理学会，19p-A402-2 (2018). 3) 西上直毅 他，電子情報通信学会ソサイエティ大会，C-14-6 (2019).

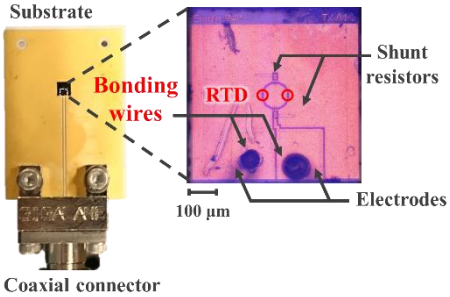

Fig. 1 Photograph of ring oscillator

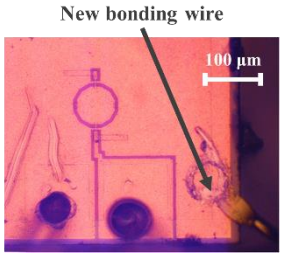

Fig. 2 Enlarged photograph of fabricated ring oscillator

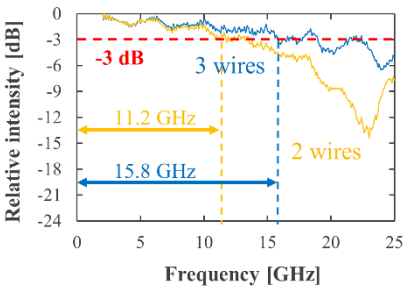

Fig. 3 Characteristics of baseband circuit