

共鳴トンネルダイオードによるテラヘルツ光源とその応用

○浅田雅洋^{1*}, 鈴木左文²

¹東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所, ²東京工業大学 工学院 電気電子系

Resonant-tunneling-diode terahertz sources and applications

○Masahiro Asada^{1*} and Safumi Suzuki²

¹Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

²Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology

1. はじめに

周波数およそ 0.1~10THz のテラヘルツ (THz) 帯は様々な応用が期待され盛んに研究されている。通信においても 5G に続く次世代の通信システムでの活用が見込まれている。コンパクトな固体の THz 光源はそのための重要なデバイスである。ここでは、我々のグループが進めてきた共鳴トンネルダイオード (RTD) による光源¹⁾ について報告する。

2. RTD による THz 発振器

我々が THz 発振器に用いている RTD のポテンシャル構造を Fig.1 に示す。主要部分は InGaAs/AlAs の二重障壁構造で、高電流密度化と電子の遅延時間短縮のために極薄の障壁と量子井戸を用いている。THz 発振は、印加電圧の増加とともに電流が減少する微分負性コンダクタンス領域を用いる。動作電圧低減のために深い量子井戸とステップエミッタ構造を導入している。

Fig.2 にこの RTD を用いた THz 発振器の構造を示す。RTD には共振器と放射器を兼ねたスロットアンテナが集積され、出力は基板側から Si レンズを通して取り出される。発振は RTD の微分負性コンダクタンスが放射損失や導体損失を打ち消したときに起こり、発振周波数はスロットアンテナと RTD からなる共振回路の共振周波数で決まる。

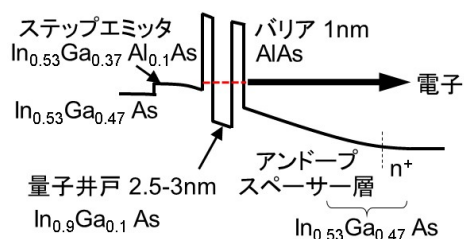


Fig.1 RTD のポテンシャル構造

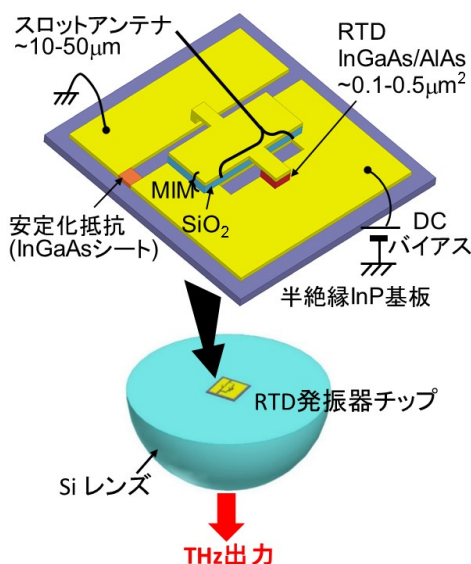


Fig.2 RTD を用いた THz 発振器の構造

高周波発振を行うために、RTD の高電流密度化、遅延時間の短縮、アンテナ損失の低減を行い、現在までに室温電子デバイスで最高の 1.98THz の発振が得られている。高出力化では 89 素子アレイの電力合成により、1THz において 0.73mW が得られている。より高い周波数や高出力の発振が可能な素子構造、および、簡略化した素子構造の作製も進められている¹⁾。

RTD 発振器の応用では、小型で簡易な構成が可能という特長を生かして、バイアス電圧に信号を重畳する直接変調を用いた大容量 THz 無線通信、同じく直接変調信号の位相や周波数を利用した THz レーダーや 3D イメージングなどの基礎実験が行われている¹⁾。

文 献

- 1) M. Asada and S. Suzuki, Sensors, **21**, 1384 (2021).

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