

課題番号 : F-16-IT-0032
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 共鳴トンネルダイオードを用いるテラヘルツアクティブビームフォーマの基礎研究
Program Title (English) : Research on terahertz active beamformer using resonant tunneling diode
利用者名(日本語) : 門内靖明¹⁾, 村野公祐¹⁾
Username (English) : Y. Monnai¹⁾, K. Murano¹⁾
所属名(日本語) : 1) 慶應義塾大学
Affiliation (English) : 1) Keio University

1. 概要(Summary)

近年、テラヘルツ波の直接発振が可能な共鳴トンネルダイオード(RTD)の作製技術が確立されつつあり、実用的な応用展開が期待されている[1-3]。本研究では、その小型かつ低電圧で発振可能な特長を活かして、テラヘルツ波をプローブとするレーダの実現を目指す。既存のミリ波レーダと比べて1桁以上広帯域化・短波長化することで、高分解能化することを目標とする。具体的には、周波数掃引によるビーム走査が可能な漏れ波アンテナとRTDを集積化するため、東京工業大学ナノプラットフォームの設備を利用してデバイスの作製を行う。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

触針式段差計、デジタル顕微鏡、高真空蒸着装置、走査型電子顕微鏡

【実験方法】

InP 基板の上にエピタキシャル成長された半導体多層構造に対して、高真空蒸着装置によって電極パターンを形成する。次いで、触針式段差計でエッチング深さを計測しながらメサ構造を形成し、微分負性抵抗を有するRTDを作製する。さらに、その上部に共振器および周期散乱体アレイが装荷されたマイクロストリップ線路を形成し、設計周波数の発振出力に対して漏れ波アンテナの原理によるビームフォーミングを行う。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

まず、電磁界シミュレーションによって、共鳴トンネルダイオードと結合して発振およびビームフォーミングが可能な受動構造の設計を行った。ダイオードを装荷した状態で共振周波数がおおよそ0.65THzとなるように共振器を設計し、かつ負性抵抗が線路の特性インピーダンスを打ち消すような構造とした。次に設計に基づいて、電子ビーム露光やエッチングを含むプロセスによりRTDメサを形成した。そのSEM像と電流・電圧(I-V)特性の測定結

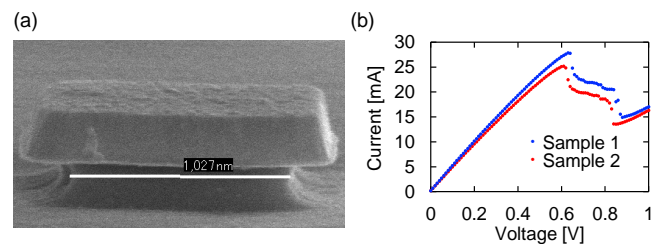


Fig. 1 (a) SEM image of the prototyped RTD mesa. (b) Measured current-voltage characteristics with negative differential resistance.

果をFig.1 (a), (b) に示す。0.6-0.8V程度の領域にかけて、約50mSの微分負性抵抗が観察された。しかし、測定に際しては、通電による素子の損傷が頻発した。そこで、SEM像を詳しく調べたところ、メサ部の側面に所々窪みが形成されていることが確認された。これはエッチング時の揺動・攪拌などの影響により生じたものと考えられ、実効的なメサ面積が想定よりも小さくなったために過大な電流が流れて損傷に至った可能性がある。次のステップとしては、エッチング時の揺動・攪拌に注意して素子の再作製を行い、再現性の高いIV曲線を得ることを目標とする。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] M. Asada *et al.*, JJAP **47**, (2008) 4375.
- [2] S. Kitagawa *et al.*, IEEE EDL **35**, (2014) 1215.
- [3] T. Maekawa *et al.*, APEX **9**, (2016) 24101.

・総務省 SCOPE 「圧縮センシングに基づくテラヘルツレーダーチップの研究開発」

・支援機関側は浅田雅洋教授、鈴木左文准教授(東京工業大学)が対応している。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。