

課題番号 : F-17-IT-0019
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 共鳴トンネルダイオードと伝送線路一体型アンテナの集積化
Program Title(English) : Research on terahertz transmission line integrated antenna with 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
キーワード/Keyword : terahertz, resonant tunneling diode, transmission line, antenna, リソグラフィ・露光・描画装置

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、従来シリコンレンズを用いて自由空間中に取り出されていた出力を伝送線路上に一体化された平面アンテナアレイから取り出せるようにするため、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】

電子ビーム露光装置 (スピンコータ・ホットプレート・オーブン等を含む)、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア、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、マスクレス露光装置、リアクティブイオンエッチング装置、プラズマ CVD 装置

【実験方法】

InP基板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。その出力をマイクロストリップ線路上に取り出した後、マイクロストリップ線路に周期的に装荷されたパッチアンテナより指向性ビームを放射させる。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

まず既存手法に則りRTDメサを形成した。その電流-電圧(IV)特性を測定したところ、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。次に、そのメサからの出力をマイクロストリップ線路上に取り出し、線路に沿って1波長程度の間隔で周期的に放射パッチを形成し、900GHz帯でブロードサイド方向の周囲に指向性ビームを形成できるようにした。

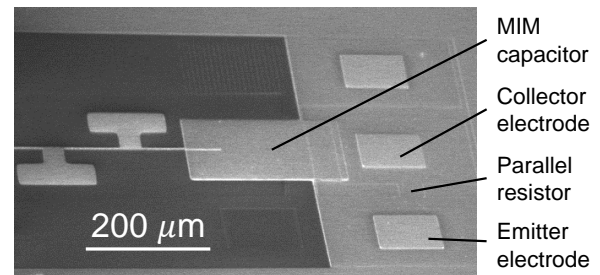


Fig. 1 SEM images of the structure.

マイクロストリップ線路の誘電体層はcyclic olefin copolymer(COC)を塗布して構成し、その上にAZ5200を塗布・露光・現像してマスクとして利用して不要な箇所をエッチングして形成した。その上にPMMA-A8を塗布・露光・現像してマスクとし、金蒸着後にリフトオフした。完成した素子をSEMで観察したところ、Fig1のように伝送線路およびパッチアンテナの構造自体は作製可能であることが分かった。しかし、再度RTDのIV特性を測定したところ、負性抵抗が観察されず、5 Ω程度の抵抗を表す正比例関係になっており、負性抵抗が見えなくなった。その原因としては、RTDを通らずに電極間を電流が流れるリークパスがブリッジ電極近傍に形成されてしまった可能性が考えられる。今後の対策として、露光パターンに十分なマージンを持たせて各部を形成する必要があると考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

・関連文献

- [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」

・浅田雅洋教授、鈴木左文准教授に深く感謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

・K. Murano *et al.*, Proc. IRMMW-THz, 2017.

・村野公祐、慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻修士論文、2017

6. 関連特許 (Patent)

なし。