

課題番号 : F-21-UT-0116
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : テラヘルツ電場誘起電子トンネリング計測用金属ナノギャップデバイスの作製
Program Title (English) : Metal nanogap devices for terahertz field-induced electron tunneling
利用者名(日本語) : 岡亮太郎, 佐藤健介, 柳象斌, 片山郁文
Username (English) : R. Oka, K. Sato, S. Ryu, I. Katayama
所属名(日本語) : 横浜国立大学工学研究院知的構造の創生部門
Affiliation (English) : Faculty of Engineering, Yokohama National University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、ナノエレクトロニクス、
フォトニクス

1. 概要(Summary)

テラヘルツ電場による非線形な物理現象が将来の超高速デバイスへの応用や、極端非線形現象の物理の観点から近年注目を集めている。特に、テラヘルツ電場によって誘起される電子トンネリングは、超高速に電子を移動させることのできる興味深い技術一つであるが、通常発生可能なテラヘルツパルスの電場強度では、電場強度が不十分である場合が多い。そこで、本研究では、ナノギャップを持つ金属のアンテナ構造を作製することによって電場増強を行い、それを用いてテラヘルツ誘起のトンネル電流を計測する技術を確立することを目的とした。

具体的には、電子線リソグラフィ設備を利用することで、ナノスケールのギャップを持った十字型の電極構造を作製し、そこにテラヘルツ波を照射することによって生じるトンネル電流を計測することのできるデバイスを作製することを目指した。本デバイスによって、テラヘルツ電場の向きと強度を測定したり、発光現象などを調べたりすることによって、超高速の電子移動ダイナミクスを明らかにすることが可能になるものと期待できる。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高速大面積電子線描画装置
4 インチ高真空 EB 蒸着装置
ダイシングソー
ワイヤーボンダー

【実験方法】

テラヘルツ波を透過するサファイア基板の上に金蒸着したうえで、レジストをスピコートし、電子線描画装置を利用してナノギャップ構造を描画するネガ露光を行った。現像後、金をエッチングすることでナノ構造を作製し、その後レジストを取り除いた。得られたデバイスはダイサーを用いて切断し、ワイヤーボンダーを用いて基板上に配線

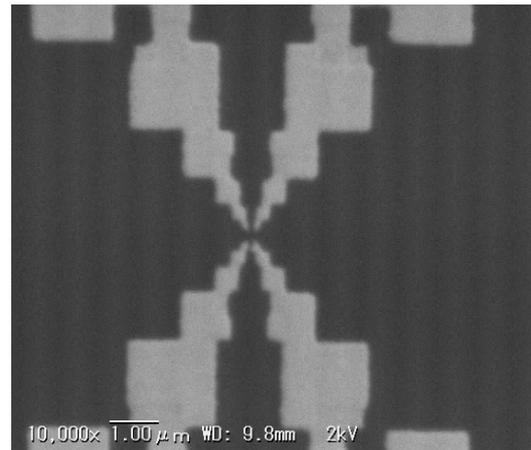


Fig. 1: Scanning Electron Microscope (SEM) image of fabricated nanogap device.

を行った。これを作製したホルダーに設置することで、テラヘルツ電場誘起の微小電流を計測できるようにしている。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は、作製したデバイスの SEM 像を表している。数 100 nm の微少なギャップが生成できたことがわかり、昨年のポジ露光よりも良好な結果が得られた。ただし、DC 電場印加した際のトンネル電流をテストとして測定したところ、電流を観測することはできなかった。この結果は、ギャップ長の短縮や電場強度の増強が必要であることを示唆している。今後、テラヘルツパルスを照射した際のトンネル電流測定や、原子層材料をはじめとした材料をギャップ内に設置することによって、非線型トンネル電流を計測することを目指す。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。