

課題番号	: F-19-TU-0051
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 単一量子ドットトランジスタの作製とテラヘルツ素子応用
Program Title (English)	: Fabrication of single quantum dot transistors and their application to terahertz devices
利用者名(日本語)	: 柴田憲治
Username (English)	: <u>K. Shibata</u>
所属名(日本語)	: 東北工業大学工学部電気電子工学科
Affiliation (English)	: Dep. Electrical and Electronic Eng., Tohoku Institute of Technology
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画装置、単一電子トランジスタ、量子ドット

1. 概要(Summary)

単一の量子ドットを用いた量子情報処理デバイスは、1つの電子やスピン、光子に情報機能を持たせるため、超低消費電力エレクトロニクスの有望な技術とされている。特に自己組織化量子ドットでは、系の電子準位間隔がテラヘルツ (THz) 帯の光子のエネルギーに相当することから、THz 光を用いた単一電子・スピンの動的制御による機能性素子の実現が期待される。本研究では、単一 InSb 量子ドットを活性層とするトランジスタを THz 光と相互作用させることで、単一の電子・スピン状態の動的制御に基づく情報機能を実現する研究を推進した。機器利用としては、両面アライナ露光装置一式を用いて、10 nm 級 InSb 量子ドットを活性層とする単一電子トランジスタ素子を作製した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面アライナ露光装置一式(両面アライナ、スピコート、オープン、現像機、乾燥機)

【実験方法】

まずは、半導体基板表面にイメージリバーサルフォトリジストである AZ5214E をスピコートし、ホットプレートでベークした。次に、両面アライナ露光装置を用いてアライメントと露光を行った。それに続く現像までの作業を機器利用により行った後、試料を利用者の所属機関に持ち帰り、電子線蒸着器によって金属薄膜を堆積させ、リフトオフすることで目的とする素子を完成させた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

上述のフォトリソグラフィープロセスによって作製した素子の光学顕微鏡写真を Fig. 1 に示す。今回のフォトリソグ

ラフィーによって、単一量子ドットトランジスタのボンディングパットを形成することに成功した。配線後に 4K 程度の極低温環境における伝導測定を行った結果、この素子が単一電子トランジスタとして動作することが確認された。今後この特性を生かして、高機能素子やテラヘルツ素子を実現する予定である。

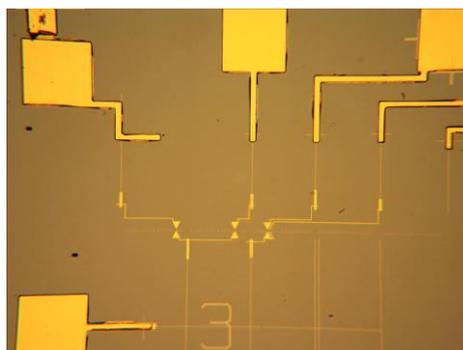


Fig. 1. An optical microscope image of a sample fabricated by photolithography.

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、科研費(課題番号 17H02732)と、ナノテクプラットフォーム(A-19-TU-0016)の補助により行われた。

5. 学会発表(Presentation)

- (1) K. Shibata et al., “Electric-field-induced two-dimensional hole gas in undoped GaSb quantum wells International Conference on Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures (Edison 21) July 16, 2019 Nara, Japan (その他2件)

6. 関連特許(Patent)

なし