

課題番号 : F-16-TU-0077
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) : K. Shibata
所属名(日本語) : 東北工業大学工学部知能エレクトロニクス学科
Affiliation (English) : Department of Electronics and Intelligent Systems, Tohoku Institute of Technology

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 InAs 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 InAs 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、レーザー描画装置 (DWL2000CE) を用いて、新しいフォトマスクを作製し、これを用いて 10nm 級 InAs 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】

レーザー描画装置 (DWL2000CE)

【実験方法】

フォトレジストが塗布されたクロム膜マスクブランクスに対して、レーザー露光装置により、マスクパターンを描画した。その後、現像した上で Cr エッチャントを行うことによりレーザー照射部の Cr を除去した。更に濃硫酸に浸すことによって、フォトレジストを除去し、最後に水洗いしてフォトマスクを完成させた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したフォトマスクを所属機関に持ち帰り、これを用いたフォトリソグラフィを行うことにより、図1に示すような単一量子ドットトランジスタのボンディングパッドを形成した。

配線後に 4 K 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、1つの電子やスピン、光子に情報機能を持たせた高機能素子やテラヘルツ素子を実現する予定である。

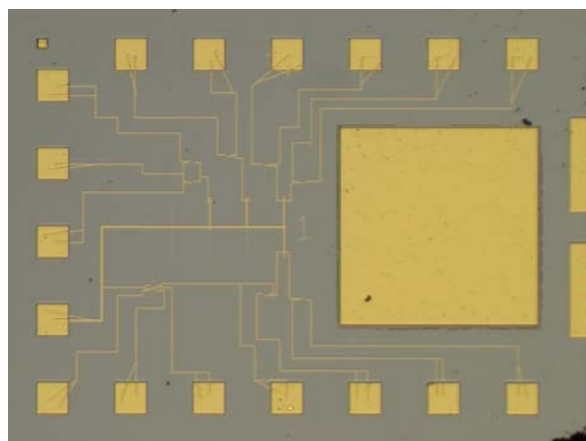


Fig. 1 An optical microscope image of a sample fabricated by using the new photomask. (Area: 2 mm × 1.5 mm)

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、科研費(課題番号 26706002)の補助により行われた。

5. 学会発表(Presentation)

- (1) 柴田憲治、大森雅登、榊裕之、平川一彦、
応用物理学会 朱鷺メッセ 2015年9月15日
- (2) K. Shibata, M. Ohmori, H. Sakaki and K. Hirakawa,
Workshop on Innovative Nanoscale Devices and
Systems (WINDS16), December 6, 2016, Hawaii, USA.
(その他 3件)

6. 関連特許(Patent)

なし。