

課題番号	: F-20-TU-0099
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	: 成膜・膜堆積、熱処理、ナノエレクトロニクス、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、次世代エレクトロニクスの有望な技術と言われている。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、自己組織化量子ドットを用いた THz 帯の量子情報処理デバイスを実現する研究を行っている。本年度の研究では、量子ドット中の量子状態の読み取りに必要となる高感度の電荷検出器を作製する実験を行った。具体的には、熱酸化 Si 基板上に金属量子ポイントコンタクトを作製し、電荷検出器を実現することを試みた。利用した機器は酸化拡散炉であり、これを用いてシリコン基板表面にゲート絶縁膜として用いる 100 nm の厚みの SiO<sub>2</sub> 酸化膜を形成した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

酸化拡散炉

### 【実験方法】

P 型半導体ウェハを酸素雰囲気中で熱処理することで、100 nm の厚みの SiO<sub>2</sub> 酸化膜を形成し、これをゲート絶縁膜として用いた。この上に、金属量子ポイントコンタクトを作製して、その伝導度をシリコン基板からのゲート電界で制御することで、素子を高感度の電荷検出器として動作させる。金属量子ポイントコンタクトの作製とその伝導度の電界変調は、利用者の所属機関と東北大学電気通信研究所で行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

P 型 Si 基板表面の SiO<sub>2</sub> 酸化膜上に作製した金属量子ポイントコンタクトの電子顕微鏡写真を Fig. 1 に示す。原子スケールの伝導チャンネルを有する金属量子ポイントコンタクトの作製に成功した。現在までの研究では、その伝導度の電界変調には成功していないが、活性層部分の形状の最適化を図ることによって、伝導度の電界変調を実現したいと考えている。これにより、室温動作して単一電荷まで検出可能な超高感度電荷検出器を実現し、これを量子ドットの量子状態の読み取りに用いる予定である。

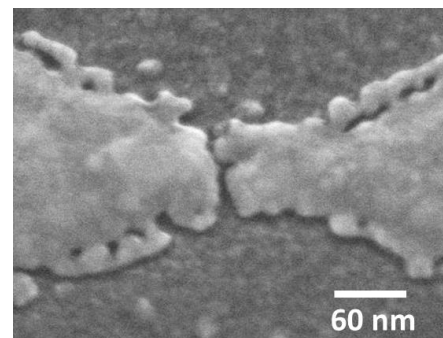


Fig. 1 An SEM image of a fabricated metal (Au) quantum point contact.

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は、科研費(課題番号 17H02732)と、ナノテクプラットフォーム(A-20-TU-0035)の補助により行われた。

## 5. 学会発表(Presentation)

- (1) 柴田憲治 et. al., “電荷検出器への応用に向けた金属ナノ接合の微細化と伝導特性制御”, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 2021 年 3 月 オンライン開催

## 6. 関連特許(Patent)

なし