

# レジスト溝内での金ナノ粒子パーコレーション接続を利用した 単一電子素子作製方法

## Fabrication Process of Single-Electron Device Using Percolation Connection of Gold Nanoparticles in Resist Groove

電通大<sup>1</sup>, 山形大<sup>2</sup>, 東北大<sup>3</sup> 松本 和彦<sup>1</sup>, ○守屋 雅隆<sup>1</sup>, 森林 誠<sup>1</sup>  
谷貝 知起<sup>1</sup>, 島田 宏<sup>1</sup>, 廣瀬 文彦<sup>2</sup>, 平野 愛弓<sup>3</sup>, 水柿 義直<sup>1</sup>

Univ. of Electro-Comm.<sup>1</sup>, Yamagata Univ.<sup>2</sup>, Tohoku Univ.<sup>3</sup> K. Matsumoto<sup>1</sup>, M. Moriya<sup>1</sup>,  
M. Moribayashi<sup>1</sup>, T. Yagai<sup>1</sup>, H. Shimada<sup>1</sup>, F. Hirose<sup>2</sup>, A. Hirano-Iwata<sup>3</sup>, and Y. Mizugaki<sup>1</sup>

E-mail: moriya-masataka@uec.ac.jp

**1. はじめに** レジスト溝内に金ナノ粒子 (Au NP) をほぼ一定間隔で配置する方法が報告されている [1]。また、我々は数百 nm のギャップで隔てられた電極間での Au NP パーコレーション接続に関する研究を行ってきた [2]。これらを単一電子素子作製プロセスの視点から見た、前者については Au NP 間の電氣的接続ができないこと、後者については Au NP の並列接続が多数含まれることが課題として挙げられる。本研究では、これらの2つの方法と Au NP の2段階散布を組み合わせることで、上記課題の解決を図った単一電子素子の作製プロセスを提案する。

**2. 実験方法** Fig. 1 に作製プロセスの流れを示す。酸化膜付き Si 基板上に3つの金電極を作製した後 (Fig. 1(a))、電子ビームリソグラフィによってレジスト溝を形成した (Fig. 1(b))。続いて、試料表面のシラン化処理、Au NP (平均粒径 30 nm) 散布 (1次散布)、試料表面のブタンジチオール処理、Au NP の2次散布を経て (Fig. 1(c))、最後にリフトオフを行うことで、レジスト溝内にてパーコレーション接続した Au NP 配列を実現した (Fig. 1(d))。

**3. 実験結果** 作製した素子の SEM 像を Fig. 2 に示す。0.2  $\mu\text{m}$  程度の幅で Au NP が帯状に堆積している。また、ドレイン-ソース間のギャップ内に、これらの電極を接続するように並んだ4個の Au NP が確認できる。

4.2 K におけるドレイン-ソース電極間の電流-電圧特性を Fig. 3 に示す。ゼロ電圧付近に電流抑制領域が見られる。作製した12素子のうち、電気伝導および電流抑制が確認されたものが5素子、さらに電流抑制領域のゲート電圧変調をも確認されたものが1素子あった。

**謝辞** 本研究の一部は、JSPS 科研費 15K13999, 17K04979 および JST-CREST JPMJCR14F3 の支援を受けたものである。

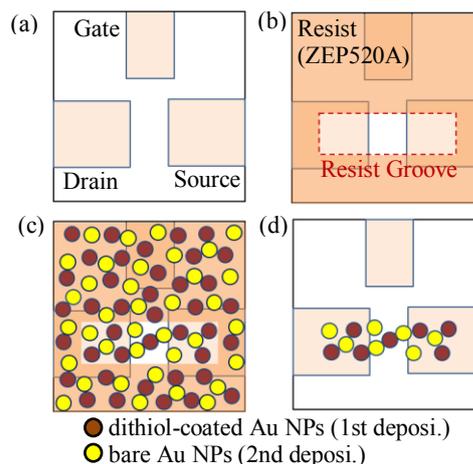


Fig. 1 Process flow. (a) Fabrication of three electrodes. (b) Fabrication of a resist groove. (c) Silane modification and two-stage deposition of Au NPs with dithiol coating in-between. (d) Lift-off.

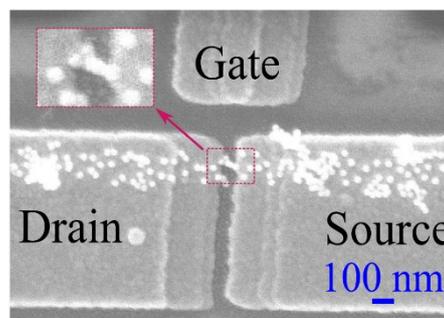


Fig. 2 Scanning electron micrograph of a fabricated device.

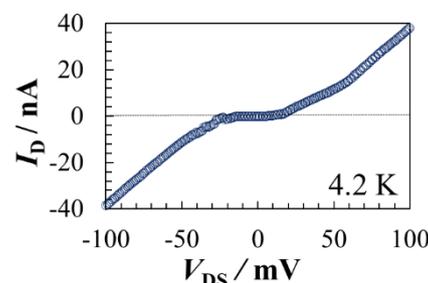


Fig. 3 Current - voltage curve of the device shown in Fig. 2.

### 参考文献

- [1] L. Jiang et. al., *Small* **5** (2009) 2819-2822  
[2] M. Moriya et. al., *Appl. Phys. A* **122** (2016) 756