

## 2 種類の粒径の金ナノ粒子を 誘電泳動させ作製した単一電子トランジスタの特性

### Electrical Characteristics of Single-Electron Transistors Made by Dielectrophoresis of Gold Nanoparticles with Two Different Diameters

電通大院 情報理工<sup>1</sup>, 東北大 材料科学高等研究所・電気通信研究所<sup>2</sup>, 山形大院 理工<sup>3</sup>

○(M1) 浦江 哲也<sup>1</sup>, 谷貝 知起<sup>1</sup>, (M2) 関根 一真<sup>1</sup>, 守屋 雅隆<sup>1</sup>, 島田 宏<sup>1</sup>,  
平野 愛弓<sup>2</sup>, 廣瀬 文彦<sup>3</sup>, 水柿 義直<sup>1</sup>

The Univ. of Electro-Communications<sup>1</sup>, Tohoku Univ.<sup>2</sup>, Yamagata Univ.<sup>3</sup>,

°Tetsuya Urae<sup>1</sup>, Tomoki Yagai<sup>1</sup>, Kazuma Sekine<sup>1</sup>, Masataka Moriya<sup>1</sup>, Hiroshi Shimada<sup>1</sup>,  
Ayumi Hirano-Iwata<sup>2</sup>, Fumihiko Hirose<sup>3</sup> and Yoshinao Mizugaki<sup>1</sup>

E-mail: urae@w8-7f.ee.uec.ac.jp

小型で低消費電力な能動素子として、微小な導体（島電極）での単一電子帯電効果を利用する単一電子トランジスタ (Single-Electron Transistor; SET) が注目されている。これまで、金ナノ粒子を島電極に用いる SET 作製方法が多数報告されている [1]。これまで我々は、複数の金ナノ粒子のパーコレーション接続を利用した SET 作製方法について取り組んできた。本研究では、粒径の異なるナノ粒子を混合することで、帯電エネルギーの異なる複数の島電極を有する SET を作製し、その特性を調査した。

試料作製では、まず 100 nm のギャップで分離されたドレイン (D) ・ソース (S) 金電極を電子ビームリソグラフィと斜め蒸着法により作製し、その表面を 1,10-デカンジチオール単分子膜で修飾した。続いて、1-デカンチオールで表面修飾した粒径 15 nm と 50 nm の金ナノ粒子等量混合液を滴下し、交流電圧 (100 kHz, 10.0 V<sub>pp</sub>, 25 秒間) を使用した誘電泳動[2]によって金ナノ粒子列を D・S 電極間に形成した。チオール膜とジチオール膜はナノ粒子を接続するとともに、トンネル障壁としての役割を果たす。作製した SET の SEM 写真を Fig. 1 に示す。

液体ヘリウム浴にてこの試料の電気的特性を測定したところ、D・S 電極間でクーロン閉塞に起因するとみられる非線形な電流－電圧特性が観測された。また、ゲート電圧 ( $V_G$ ) に対して周期的に電流が変調される特性（クーロン振動）が確認できた (Fig. 2)。D・S 電極間の電圧 ( $V_{DS}$ ) を 40 mV に設定した場合、 $-3\text{ V} < V_G < +3\text{ V}$  の範囲での電流ピークは 2 つであったが、 $V_{DS}$  を大きくすると同範囲での電流ピークが 4 つに増加した。数値計算の結果、二種類の帯電エネルギーを有する島電極が存在する場合にピーク数が増加することが示されている。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17K04979・JP20H02201 および JST-CREST JPMJCR14F3 の助成のもと行われた。

[1] T. Sato, et al., J. Appl. Phys. **82** (1997) 696. [2] B. C. Gierhart, et al., Langmuir **23** (2007) 12450.

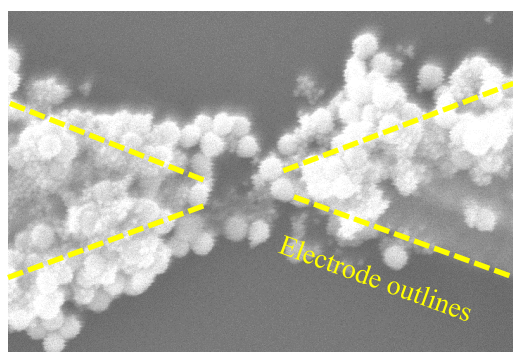


Figure 1 SEM image of a sample

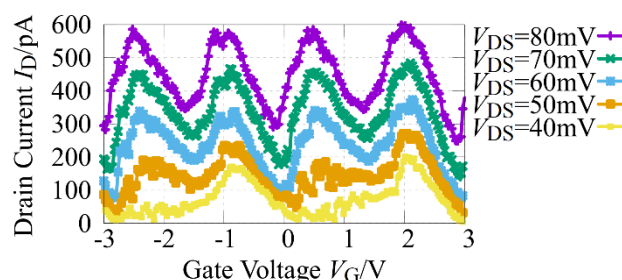


Figure 2 Gate response characteristic