

FPGA 上の遺伝的アルゴリズムを用いた 実験パラメータ進化手法による Au 原子接合の作製

Fabrication of Au Atomic Junctions Using Genetic Algorithm Implemented on FPGA

東京農工大院工 ○竹林敬太、櫻井拓哉、平田鷹介、岩田侑馬、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

○K. Takebayashi, T. Sakurai, Y. Hirata, Y. Iwata and J. Shirakashi

E-mail: s170361u@st.go.tuat.ac.jp

金属原子接合の作製手法としてフィードバック制御型エレクトロマイグレーション(FCE)法が知られている[1]。FCE法では実験パラメータの種類が多いため、その最適な組合せを決定することが比較的難しい。一方、生物進化の原理を模倣した探索手法として遺伝的アルゴリズム(GA)が用いられている[2, 3]。前回の報告では、GAを用いたFCE法をFPGAに実装し、実験パラメータの探索を検討した[4]。ここでは、Au原子接合を作製する1サンプルを、GAにおける1世代と捉えていた。今回は、FCEプロセス中での実験パラメータの1つである電圧フィードバックのサイクルを1世代と捉え、複数のFCE実験パラメータの組合せを染色体として進化させ、Au原子接合の作製条件の自律化と最適化を検討した。

本実験では、電圧フィードバックサイクルごとのFCE実験パラメータの組合せを、GAにおける染色体とみなした。まず、ランダムに設定した染色体をFCEに適用する(①)。この染色体を、コンダクタンス値からスコアを算出する評価関数を用いて評価する(②)。その評価結果を基に、ルーレット選択を用いて親となる染色体を決定し(③)、2点交叉法により子孫となる染色体の生成を行う(④)。その後、生成した子孫をFCEに適用する(⑤)。①を行った後、②～⑤の手順を電圧フィードバックサイクルごとに、FCEプロセスが終了するまで繰り返す。これにより、当該サンプルのみでGAによる実験パラメータの進化が可能となる。図1に、GAによる3つの実験パラメータ(電圧フィードバック幅 V_{FB} 、電圧ステップ幅 V_{STEP} 、閾値コンダクタンス G_{TH})の進化過程と、その際のコンダクタンス波形とスコアを示す。図から、GAがパラメータを世代数に応じて変化させることで、Au原子接合の状態に最適なパラメータの組合せを探索している様子が確認できる。挿入図より、世代が進行することでコンダクタンスの量子化が観測され、スコアが上昇していることから、FCEプロセス内でのGAによる染色体の進化が実現できている。以上より、GAがAu原子接合の状態に応じてパラメータ進化を行い、安定的なAu原子接合の作製が示唆された。

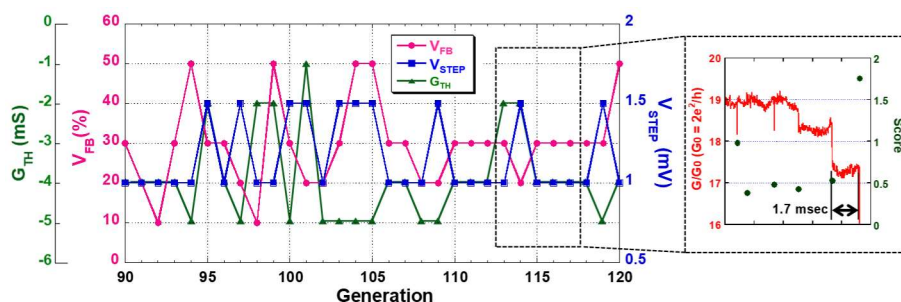


Fig. 1 Evolution of experimental parameters using GA during FCE.

References

- [1] D. R. Strachan, D. E. Smith, D. E. Johnston, T. H. Park, M. J. Therien, D. A. Bonnell and A. T. Johnson, Appl. Phys. Lett., 86 (2005) 043109.
- [2] J. Grefenstette, R. Gopal, B. Rosmaita and D. Van Gucht, Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms and their Applications, Lawrence Erlbaum, NJ (1985) 160.
- [3] F. Pezzella, G. Morganti and G. Ciaschetti, Computers and Operations Research, 35 10 (2007) 3202.
- [4] 竹林、櫻井、平田、白樫: 第79回応用物理学会春季学術講演会 20p-PB3-6 (2018).