

Au 原子接合のコンダクタンス制御における 3つの実験パラメータでのアニーリングマシンによる解探索

Control for Quantized Conductance Using Optimized Parameters Obtained by Ising Computing

東京農工大院工 [○]平田鷹介、櫻井拓哉、酒井正太郎、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

[○]Y. Hirata, T. Sakurai, S. Sakai and J. Shirakashi

E-mail: s184433x@st.go.tuat.ac.jp

近年、組合せ最適化問題を解く解法の1つとして、イジングスピンモデルを用いた手法が注目を集めている[1, 2]。これまで我々は、原子接合の作製手法として知られている、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[3]における実験制御パラメータについて、印加電圧のフィードバック量 V_{FB} と、フィードバック判定を行うパラメータである閾値コンダクタンス G_{TH} の2つのパラメータを、イジング計算機を用いて同時に最適化してきた[4]。今回は V_{FB} と G_{TH} に加え、印加電圧の増加幅である V_{STEP} を新たに最適化するパラメータとして追加し、これら(V_{FB} , G_{TH} , V_{STEP})の組合せについて、FCE スケジューリングの最適化を検討した。

まず、FCE 法に対して3つの実験パラメータ(V_{FB} , G_{TH} , V_{STEP})をフィードバック毎にそれぞれランダムに適用し、データベースを構築した。次に、コンダクタンス波形を評価する評価関数をデータベースに適用し、フィードバック毎の(V_{FB} , G_{TH} , V_{STEP})の組合せをスコア付けした。コンダクタンス波形は、フィードバック時にコンダクタンスが $1 G_0$ 減少し、この時のコンダクタンス値が次のフィードバックまで維持される階段状の波形を理想としており、評価関数は理想の波形に近いほど高いスコアを取る設定とした。次に、スコアを基に(V_{FB} , G_{TH} , V_{STEP})のスケジューリングをイジングスピンモデルへマッピングした後、基底状態探索により最適なスケジューリングを得た。これを FCE 法へ適用し、コンダクタンス波形を先程と同様の評価関数でスコア付けした。図1に、最適化されたパラメータの数に対する平均スコアの分布を示す。図より、最適化するパラメータの数の増加に伴い、平均スコアが上昇していることが確認された。以上より、イジングスピンモデルによるアニーリングマシンを用いて最適化する FCE パラメータの数を増やすことで、Au 原子接合での理想的なコンダクタンス制御が可能であることが示唆された。

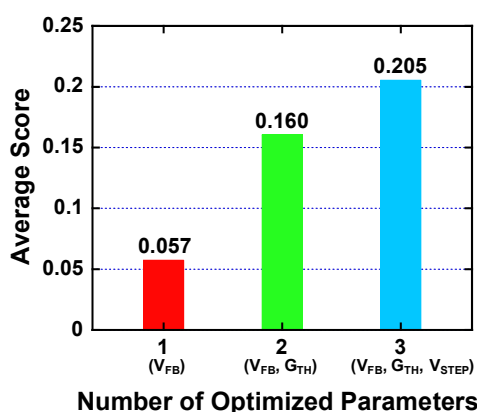


Fig. 1 Relation between average score and the number of optimized parameters.

References

- [1] M. Yamaoka, C. Yoshimura, M. Hayashi, T. Okuyama, H. Aoki and H. Mizuno, IEEE J. Solid - St. Circ., 51 (2016) 303.
- [2] A. Lucas, Front. Physics, 2 (2014) 5.
- [3] 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.
- [4] 平田、酒井、岩田、櫻井、白樫: 第65回応用物理学会春季学術講演会 17p-F210-10 (2018).