

イジングマシンによる量子実験パラメータ最適化における 評価関数の検討

Investigation of Cost Functions for Optimizing Experimental Parameters Using Ising Spin Computing

東京農工大 ◯坂西宏規、平田鷹介、島田萌絵、三木司、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

◯H. Sakanishi, Y. Hirata, M. Shimada, T. Miki and J. Shirakashi

E-mail: s166607y@st.go.tuat.ac.jp

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[1]が知られている。一般に、FCE法に存在する数多くの実験パラメータを最適化するには試行錯誤的な作業を要する。一方、組合せ最適化問題を効率的に解く計算機として、イジングマシンが近年注目を集めている[2, 3]。これまで我々は、イジングマシンを用いた、FCE法における実験パラメータの自律的な決定手法を検討し、実験に適用してきた[4, 5]。今回は、実験パラメータの最適化における新たな評価関数について検討した。

本システムでは、データベースに蓄積された過去の実験データの電圧フィードバック量 V_{FB} を評価関数によってスコア化し、そのスコア $Score_{process}$ を基に最適な V_{FB} スケジュールをイジングマシンによって探索している。従来の評価関数は、理想的なコンダクタンス制御波形を基に設定されていた。今回は新たに、実際のFCEで頻出するコンダクタンスの停滞時にスコアを減少させる制約項を従来の評価関数[5]に加えることで、FCE法の制御性向上を目指した。なお、これまで実験に使用した従来の評価関数を用いたイジングマシンでも、最適な V_{FB} スケジュールの探索が可能であることが確認されている[5]。今回、新たな評価関数を用いて得られた V_{FB} スケジュールのスコア分布を図1に示す。これより、新たな評価関数においても、イジングマシンを用いて得られたスコアの方がランダムなものより高いことが確認できた。さらに、従来の評価関数を用いた場合[5]に比べて、両者のスコアの差が大きいことが明らかとなった。これらの結果から、新たな評価関数を用いた本システムにより、FCEプロセスにおける広範なコンダクタンス制御特性を考慮した V_{FB} スケジュールの探索が可能であることが示唆された。

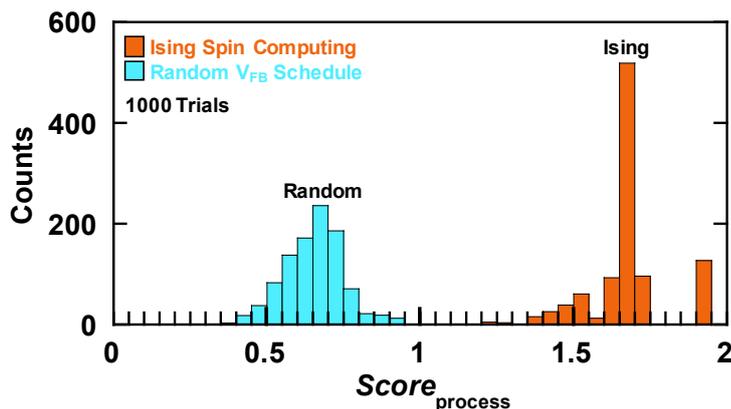


Fig. 1 Number of Ising spin computing and random cases versus score of V_{FB} schedule ($Score_{process}$) calculated from database.

References

- [1] D. R. Strachan et al., Appl. Phys. Lett. 86 (2005) 043109.
- [2] M. W. Johnson et al., Nature 473 (2011) 194.
- [3] M. Yamaoka et al., IEEE J. Solid - St. Circ. 51 (2016) 303.
- [4] 平田、櫻井、三木、島田、白樫: 第80回応用物理学会秋季学術講演会 20p-F211-3 (2019).
- [5] S. Sakai, Y. Hirata, M. Ito and J. Shirakashi, Sci. Rep. 9 (2019) 16211.