

強い結合強度を持つ超伝導磁束量子ビット間可変結合器の設計と評価

Design and evaluation of variable coupler for superconducting flux qubits with strong coupling strength

横国大理工 ○(B4) 梅内 龍太, 山梨 裕希, 吉川 信行

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl. Univ.

○Ryuta Umenai, Yuki Yamanashi, Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: umenai-ryuta-km@ynu.jp

現在の情報化社会では、半導体集積回路が広く用いられているが、微細加工技術の発展に伴う消費電力の増大が問題となっている。そこで、量子状態の時間発展を利用して組み合わせ最適化問題を高速に計算を行う量子アニーリング方式が注目されている。超伝導量子アニーリングの一つに量子ビット間をインダクタンス可変の回路で磁気結合し動作する方式 [1] がある。この方式では、量子ビット間結合器の設計は極めて重要となる。

量子ビット間結合器にはエネルギーポテンシャルの制限より、含まれるインダクタンス値に制限が生じ十分な磁気結合強度が得られない問題がある。磁気結合強度が弱い場合、熱雑音ノイズなどの外的要因により量子アニーリングが十分に実行されず最適化計算が行われない。強結合の結合器は、外的要因の影響を受けづらくなり量子アニーリングが正常に行われ最適解な計算結果が得られやすくなる利点がある。今回、大きな結合強度の変調度合いを持つ量子ビット間結合器について検討した。

本研究では、インダクタンス値の制限を回避するため量子ビット間結合器が量子ビット回路と結合するインダクタンス部分を並列接続し設計を行った。設計した量子ビット間結合器の等価回路図、レイアウトマスクを図1に示す。レイアウトマスクは、産業技術総合研究所の Quantum Annealing Device (QAD) プロセス [2] で作成した。並列接続することで量子ビット間結合器に含まれるインダクタンス値を小さくしながら、相互インダクタンスの大きな可変ができる。従来の量子ビット間結合器を Conventional, 本研究の並列接続量子ビット間結合器を parallel とし相互インダクタンスのシミュレーション結果を図2に示す。シミュレーション結果より、相互インダクタンスを広い範囲で可変することができるが示された。

1 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K0428, JP19H05614 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] R. Harris et al., *Physical Review B*, vol. 80, art. no. 052506, 2009.
- [2] M. Maezawa et al., *J Phys Soc Jpn.*, vol. 88, art. no. 061012, 2019.

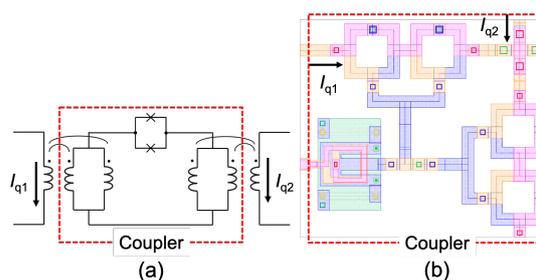


図 1: (a) Equivalent circuit diagram and (b) Layout mask of flux qubit coupler, where I_{q1} and I_{q2} are qubit currents.

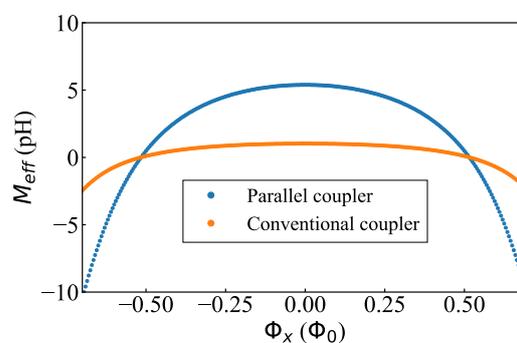


図 2: Simulation of mutual inductance of magnetic flux quantum coupler.