

超伝導単一磁束量子発振回路の周波数同期の実証

Demonstration of Frequency Synchronization of Single Flux Quantum Oscillators

横国大院工¹, 山梨 裕希¹, 吉川 信行¹

Yokohama National Univ.¹ Yuki Yamanashi and Nobuyuki Yoshikawa¹

E-mail: yamanashi-yuki-kr@ynu.ac.jp

1. はじめに

超伝導単一磁束量子回路を動作させるためには高速な単一磁束量子電圧パルス列が必要である。チップ上で高速な単一磁束量子電圧パルス列を発生する単一磁束量子クロック発生回路は超伝導単一磁束量子回路で広く用いられている。単一磁束量子クロック発生回路の発振周期は回路パラメータと供給電流によって決まり、回路パラメータのばらつきのため、複数のクロック発生回路で発振周波数を正確に揃えることは難しい。

我々は単一磁束量子クロック発生回路で発生する平均出力電圧が発振周波数に比例するという性質を用いて、クロック発生回路間で発振周波数を一致できることを報告した[1]。本発表では周波数同期の実験結果を報告する。

2. 周波数同期実験

図 1 に周波数同期の実証のためのテスト回路のレイアウトを示す。発振周波数の異なる 2 つの単一磁束量子クロック発生回路が共通の電流でバイアスされている。この回路では 2 つのクロック発生回路の発振周波数が等しくなるように、各回路へ供給されるバイアス電流が調整され、2 つの平均電圧出力端子から同じ電圧が観測される。このテスト回路の測定結果と 2 つのクロック発生回路単体の測定結果と合わせて、周波数同期を実証できる。

図 2 に測定された各回路の発振周波数の設計バイアス電流値依存を示す。図 1 のテスト回路の 2 つのクロック発生回路からはともに同じ同期発振周波数 f_{sync} が得られた。 f_{sync} は各クロック発生器単体の発振周波数 (図 2 の CG1 と CG2) の間にあり、この結果は理論的検討や、数値計算結果とも一致した。

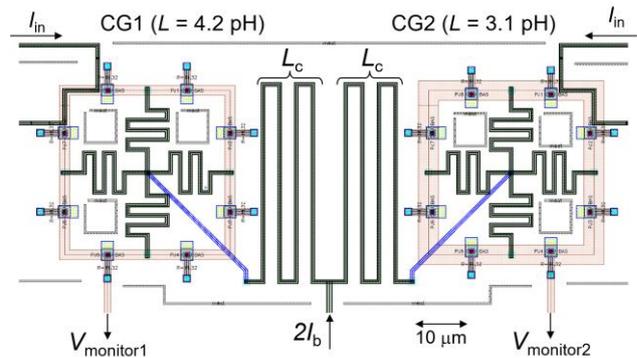


図 1 周波数同期実証テスト回路のレイアウト

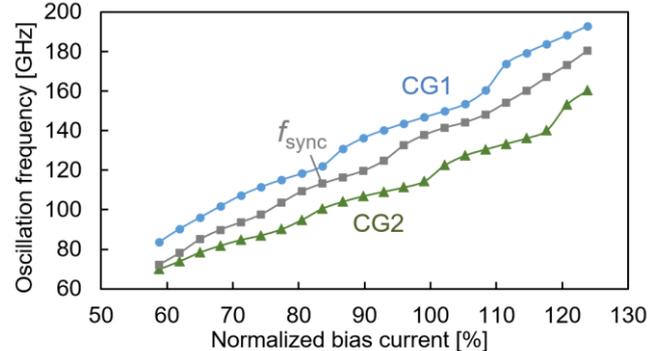


図 2 周波数同期の実験結果。 f_{sync} は図 1 の 2 つのクロック発生回路 (CG1, CG2) の同期発振周波数。

3. まとめと今後

複数の単一磁束量子クロック発生器間で周波数同期ができることを実証した。発表当日では解析と実験の詳細、応用についても議論する。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 (No. 18H01493, 19H01945) の助成を受けたものである。本研究に使用された回路は、産業技術総合研究所 (AIST) の超伝導クリーンルーム (CRAVITY) において、HSTP プロセスを用いて作製された。

参考文献

[1] 山梨他, 応用物理学会春季講演会, 2021 年 3 月.