

ジョセフソン発振回路の周波数同期化現象

Frequency Synchronization Phenomena of Josephson Oscillators

横国大理工¹ ○山梨 裕希¹, 木下 諒¹, 吉川 信行¹

Yokohama National Univ.¹ ○Yuki Yamanashi, Ryo Kinoshita¹, 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[1]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[1]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、複数のクロック発生回路で発振周期を正確に揃えることは難しい。

複数の単一磁束量子クロック発生回路を共通の電流源でバイアスさせることにより、それぞれの周波数を一致させることを試みた。

2. 周波数同期化現象の解析

図1に示すように、2つのクロック発生回路(CG1とCG2)にそれぞれ I_b の電流でバイアスした時、出力クロックの周波数がそれぞれ f_1 と f_2 であったとする。これらのクロック発生器を図2に示すように共通の $2I_b$ の電流でオンチップ抵抗を介さずにバイアスすると、出力周波数(出力平均電圧)が等しくなるように各クロック発生器への供給電流が調整され[2]、2つのクロック発生回路の出力クロック周波数は等しくなる。このようにして複数のクロック発生回路の周波数を完全に一致させることができる。

図3に個別電流バイアスされたそれぞれのクロック発生回路の周波数と、共通バイアスされた場合の2つのクロック発生回路の共通クロック周波数の供給電流依存性を示す。共通バイアスさせた場合は、個別バイアスのそれぞれの周波数の間の周波数 f_{sync} で、2個のクロック発生器が発振していることが確認できる。

3. まとめと今後

複数の単一磁束量子クロック発生器を共通の電流バイアスによって周波数同期ができることを確認した。発表当日ではこの実験結果に

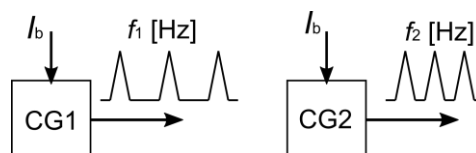


図1 個別電流バイアスされた2つのクロック発生器

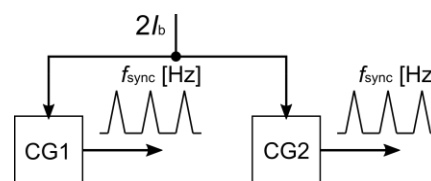


図2 共通電流バイアスされた2つのクロック発生器

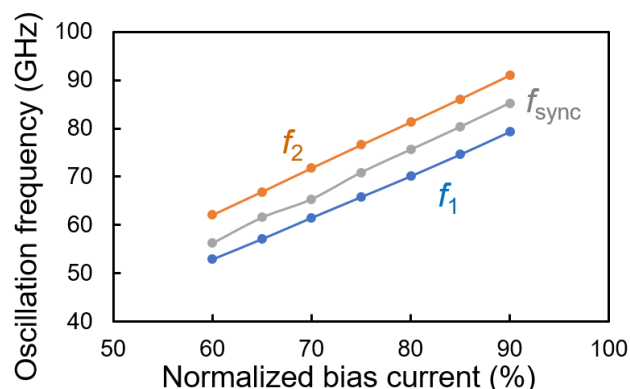


図3 個別および共通バイアス時の出力クロック周波数の供給電流 I_b 依存性
についても発表する予定である。この周波数同期化現象の応用についても議論する。

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] K. Likharev and V. Semenov, IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 1, pp. 3-28, 1991.
- [2] D. Kirichenko, et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 21, pp. 776-779, 2011.