超伝導マイクロストリップラインを用いた 断熱型磁束量子パラメトロン間の信号伝達回路の評価

Evaluation of Signal Transmission between Adiabatic Quantum Flux Parametrons using Superconductive Microstrip Lines

横国大院工 〇知名 史博¹, 奈良間 達也¹, 辻 直樹¹, 竹内 尚輝¹

Thomas Ortlepp², 山梨 裕希¹, 吉川 信行¹

College of Engineering, Yokohama National Univ.¹

CiS Research Institute²

[°]Fumihiro China¹, Tatsuya Narama¹, Naoki Tsuji¹, Naoki Takeuchi¹, Thomas Ortlepp², Yuki Yamanashi¹, Nobuyuki Yoshikawa¹

E-mail: china-fumihiro-pf@.ynu.jp

1. はじめに

近年、CMOS に代わる新たな集積回路技術 として超伝導回路技術が注目されており、高速 動作性に優れる単一磁束量子 (Single Quantum) Flux: SFQ) 回路と CMOS より 6 桁低い消費電 力で動作可能な断熱型磁束量子パラメトロン (Adiabatic Quantum Flux Parametron: AQFP) 回 路が提案されている [1]。これら超伝導回路の 高速動作性と低消費電力性を活かした大規模 システム構築のため、我々はSFQ 回路と AQFP 間インターフェースの研究を行っている。イン ターフェース回路には、SFQ 回路から AQFP へ信号伝達を行う SFQ/AQFP インターフェー スと、その逆の AQFP/SFQ インターフェース を用いる。インターフェース回路を用いて AQFP と SFQ 回路間で相互通信が可能になる ため、各 AQFP ゲート間に Passive Transmission Line (PTL) を導入することができる。これによ り AQFP 回路間で光速かつ長距離の信号伝達 を行うことができ、低消費電力の大規模システ ム構築が可能になる。

2. インターフェース回路

図 1 に各インターフェース回路の概略図を 示す。SFQ/AQFP インターフェースでは TFF によって保持された SFQ 信号を AQFP が検出 する。AQFP/SFQ インターフェースでは、各 AQFP ゲートに印加される励起電流の立ち上 がりで生成する SFQ クロック信号を利用した Clocked DC/SFQ コンバータにより、AQFP の 状態が 1 のときのみ SFQ 信号が出力される。 SFQ/AQFP インターフェースと AQFP/SFQ イ ンターフェースの SFQ 回路電源電圧マージン はそれぞれ 2.47 mV±27%, 2.88 mV±13% であ り、AQFP ゲートへの励起電流マージンはそれ ぞれ 1.65 mA±24.6%, 1.6 mA±18.8% である。

3. AQFP ゲート間への PTL 配線導入

図2に AQFP ゲート間に PTL 配線を導入し

た回路レイアウトを示す。回路設計の際に使用 したプロセスは、AIST 2.5 kA/cm² である。 講演では各インターフェース回路の動作原理 及び実験評価結果について報告する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26220904 および 25820137 の助成を受けたものである。本研究 に使用されたデバイスは、(独)産業技術総合研 究 所 (AIST) の 超 伝 導 ク リ ー ン ル ー ム (CRAVITY)において作製された。

参考文献

[1] N. Takeuchi, et al. IEEE TAS., Vol. 23, No. 3, 1700304, 2013



図 1. (a) SFQ/AQFP インターフェースと (b) AQFP/SFQ インターフェースの概略図.



図 2. PTL を用いた AQFP 間信号伝達回路レイアウト