17p-A20-7

オンチップのパルス電流生成器による磁気結合 dc/SFQ 変換器のパルス応答検証

Pulse response of mutually-coupled dc/SFQ converter tested using an on-chip pulse generator

電気大院　情報理工，　○渡邊智希，浦井芳彰，島田宏，水柿義直

Univ. of Electro-Comm., ○T.Watanabe, Y.Urai, H.Shimada, and Y.Mizugaki

E-mail: watanabe@w8-7f.ee.uec.ac.jp

1.背景

SFQ 回路を用いて、超伝導単一光子検出器(SSPD)からの出力信号を信号処理する研究が進められている[1]。SSPD の出力信号は、電流振幅が数十 μA のパルス電流である。この数十 μA の電流から SFQ を発生させるため、磁気結合(MC-)dc/SFQ 変換器が提案された[1]。これまで MC-dc/SFQ 変換器のパルス応答検証は、SSPD の SFQ 読み出しの成否によってのみ行われてきた[2]。本研究では、種々の形状のパルス電流に対する MC-dc/SFQ 変換器の応答を評価するため、オンチップのパルス電流生成器(OPG)を用いて、MC-dc/SFQ 変換器のパルス応答を検証した。

2.テスト回路

設計したテスト回路のブロック図を Fig.1 に示す。外部からの低周波正弦波電流を OPG により、一周期あたり一個のパルス電流に変換する。パルス電流は MC-dc/SFQ 変換器に入力され、MC-dc/SFQ 変換器で SFQ が生成される。生成された SFQ は、ジョセフソン伝送路(JTL)を伝播し、SFQ/dc 変換器に入力される。この SFQ/dc 変換器の出力を観察することで、SFQ の生成を確認した。設計した OPG の等価回路図の一例を Fig.2 に示す。OPG は回路のパラメータを変更することで、生成するパルスの形状を変更することができる。シミュレーションより求めた Fig.2 の OPG で生成されたパルス電流の形状を Fig.3 に示す。このパルス電流の電流振幅は 52μA、半値全幅は 179ps である。

3.MC-dc/SFQ 変換器のパルス応答特性

Fig.3 のパルス電流に対する MC-dc/SFQ 変換器の動作範囲を Fig.4 に示す。ここで、動作範囲とはエラーレートが10^{-3}以下のときの MC-dc/SFQ 変換器へのバイアス電流の範囲である。三つの異なるチップで、MC-dc/SFQ 変換器のパルス応答特性を検証した。シミュレーション同様の動作範囲が確認できたことから、この MC-dc/SFQ 変換器は Fig.3 に示すようなパルス電流に応答したと言える。

謝辞

本研究の一部は、東京大学 VDEC を通して日本ケイデンス株式会社の協力で行われた。本研究に使用された回路は、(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、AIST-STP2 プロセスを用いて作製された。

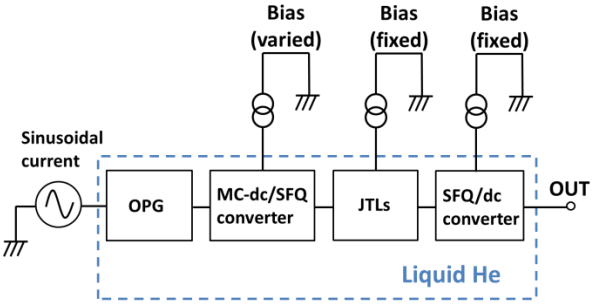

Fig.1 Block diagram of test circuit.

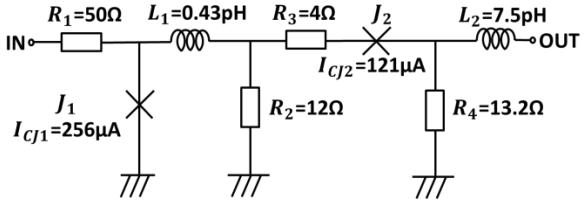

Fig.2 Equivalent circuit of on-chip pulse generator.

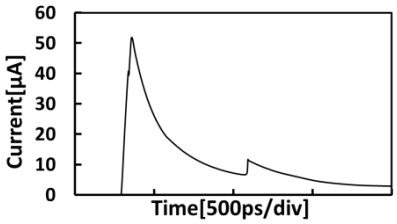

Fig.3 Numerical pulse current waveform.

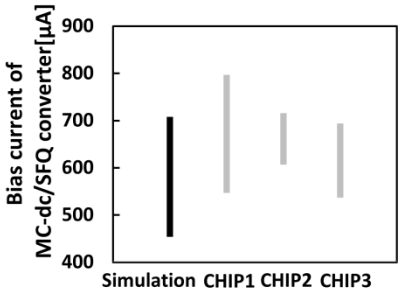

Fig.4 Operation margins of MC-dc/SFQ converter.

参考文献

[1] H.Terai, et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., 19 (2009) 350.
[2] H.Terai, et al., Appl. Phys. Lett., 97 (2010) 112510.

© 2014 年　応用物理学会