

電流トランスを用いた高感度 AQFP コンパレータ

A High-Sensitivity AQFP Comparator Using a Current Transformer

横浜国大, °竹内 尚輝, 山栄 大樹, 鈴木 秀雄, 吉川 信行

Yokohama Natl. Univ., °Naoki Takeuchi, Taiki Yamae, Hideo Suzuki, Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: takeuchi-naoki-kx@ynu.ac.jp

断熱磁束量子パラメトロン (AQFP) [1] は、優れたエネルギー効率に加えて、検出器応用に適した高い入力感度 ($\sim \mu\text{A}$) を有する [2]。これまでに、AQFP を超伝導単一光子検出器 (SSPD) アレイの読出し回路に用いることを提案し [3]、4 ピクセル NbTiN-SSPD アレイの動作実証に成功した [4]。ここで、AQFP を WSi-SSPD や超伝導転移端センサ (TES) 等の検出器に応用するためには、さらに優れた入力感度が必須となる。そこで本研究は、電流トランスを用いた高感度 AQFP コンパレータを提案し、サブ μA クラスの入力感度を実証する。Fig. 1 に、提案した高感度コンパレータの回路図を示す。入力電流 I_{in} は L_{in1} と L_{in2} で構成される電流トランス (CT) によって増幅され、 L_{in} より右の AQFP 部分に入力される。AQFP は、増幅された入力電流 I_{ein} をサンプリングし、デジタル電流信号 I_{out} を出力する。Fig. 2 に、コンパレータの入力感度 (ΔI) とサンプリング周波数 (f_s) の関係をシミュレーションした結果 (動作温度 $T = 4.2 \text{ K}$) を示す。提案したコンパレータは、 $f_s = 100 \text{ MHz}$ において約 100 nA の高い入力感度を有することが分かる。さらに、AIST の HSTP プロセスを用いて高感度コンパレータを作製し、液体ヘリウム中 ($T = 4.2 \text{ K}$) の低速実験 ($f_s = 500 \text{ Hz}$) で 46 nA の入力感度を実証した。

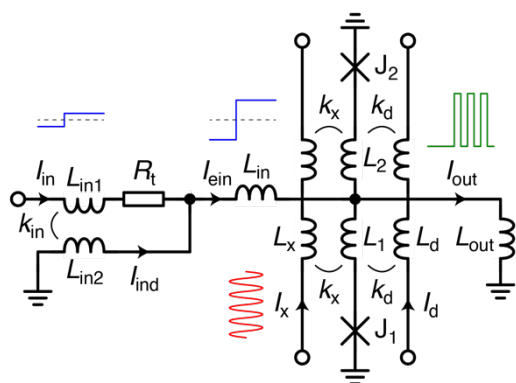


Fig. 1. High-sensitivity AQFP comparator with a current transformer (CT).

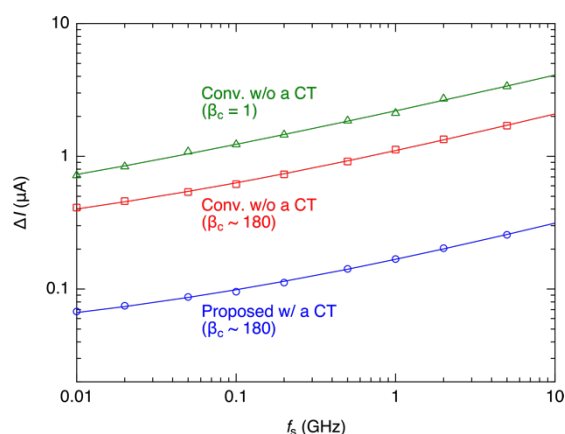


Fig. 2. Simulation results of the input sensitivity of AQFP comparators as a function of the operating frequency.

謝辞: 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 において作製された。本研究は JSPS 科研費 (18H05245、18H01493) の助成を受けたものである。

参考文献: [1] N. Takeuchi et al., Supercond. Sci. Technol. **26**, 35010 (2013). [2] Y. Yamanashi et al., Supercond. Sci. Technol. **30**, 084004 (2017). [3] N. Takeuchi et al., Opt. Express **25**, 32650 (2017). [4] N. Takeuchi et al., Opt. Express **28**, 15824 (2020).