

断熱量子磁束パラメトロン回路を用いた位相判別回路の検討

Study of a phase comparator using adiabatic quantum-flux-parametron logic

横国大理工¹, 横国大 IAS²

○(B) 高川佳大¹, 竹内尚輝², 山梨裕希^{1, 2}, 吉川信行^{1, 2}

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl. Univ.¹

IAS, Yokohama Natl. Univ.²

○Yoshihiro Takagawa¹, Naoki Takeuchi², Yuki Yamanashi^{1, 2}, Nobuyuki Yoshikawa^{1, 2}

E-mail: takagawa-yoshihiro-fz@ynu.jp

量子コンピュータは量子ビットを用いた超並列計算を行えるため、従来の半導体コンピュータに代わる新たな計算機として注目されている。ジョセフソン接合を用いた超伝導量子ビットの読み出しにはジョセフソンパラメトリック増幅器 (Josephson parametric amplifier; JPA) [1] が用いられる。量子ビットの内部状態は JPA からの出力マイクロ波の位相($0, \pi$) で表され、この位相判別は現在室温で行われている。この位相判別を量子ビットが存在する極低温で行うことで量子計算システムの集積度を向上できる。我々が研究を行っている断熱量子磁束パラメトロン (Adiabatic quantum-flux-parametron; AQFP) [2] 回路は超伝導回路であり、励起電流と同期させることで入力マイクロ波の位相判別が可能である。

今回は AQFP 回路を用いて低温環境におけるマイクロ波の位相判別回路の検討を行った。Fig. 1 に位相判別回路の回路図を示す。この位相判別回路ではまずトランスで入力電流を増幅し、その後増幅された電流が AQFP バッファに入力される。このとき AQFP バッファの動作周波数は入力マイクロ波と同じであり、入力マイクロ波と AQFP バッファの励起電流が同位相の場合 AQFP バッファは論理 1 を出力し、逆位相の場合は論理 0 を出力する。しかしこの論理出力は熱雑音などの影響で誤ることがあるため、AQFP バッファからの論理出力をローパスフィルタ (LPF) で積算することで

論理誤りの影響を緩和する。最後に LPF で積算した電流を後段の AQFP バッファで読み取ることで最終的な論理出力を得る。このとき後段の AQFP バッファは前段の AQFP バッファより低速で動作させる。本研究ではシミュレーションにより位相判別回路がマイクロ波の位相を判別できることを示す。

参考文献

- [1] T. Yamamoto *et al.*, Phys. Lett. 93, 042510(2008).
- [2] N. Takeuchi *et. al.*, Supercond. Sci. Technol. 26, 035010(2013).

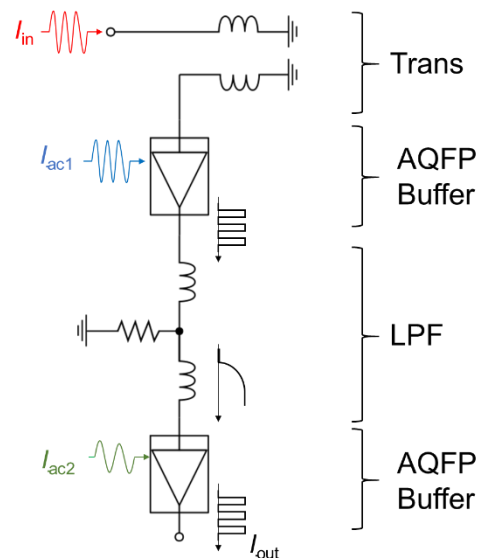


Fig. 1 Block diagram of a phase comparator using AQFP, where I_{in} is input microwave, I_{ac1} , and I_{ac2} are excitation currents of AQFP buffer and I_{out} is the output current.