

断熱量子磁束パラメトロンを用いたマイクロ波パルス間隔制御回路の設計

Design of Microwave Pulse-Length Controller using Adiabatic Quantum Flux Parametron

○横国大院理工¹, 横国大 IAS²

○(D1)沈 泓翔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

○Hongxiang Shen¹, Naoki Takeuchi², Yuki Yamanashi^{1,2}, Nobuyuki Yoshikawa^{1,2}

E-mail: shen-hongxiang-kr@ynu.jp

量子コンピューターは、現在のコンピューターでは実現不可能な膨大な量の計算を短時間で行うことができる可能性を持つ。超伝導量子ビットを制御するためには、個々の量子ビットに対して任意の時間間隔のマイクロ波パルス列を照射する必要がある[1]。しかしながら、極低温の多数の量子ビットに対して、どのように個々のマイクロ波パルスを照射するかが課題である。一方、超伝導回路においては特に低消費電力性に優れる断熱量子磁束パラメトロン (Adiabatic Quantum Flux Parametron; AQFP) 回路の研究が行われている。AQFP 回路は、5-10GHz での高速動作が可能であり、CMOS 回路と比べて消費電力が 5-6 桁ほど低いといった特徴を持つ[2]。

我々は量子ビットの制御のために超伝導回路を用いたマイクロ波チョッパを開発している。本マイクロ波チョッパは、オン時間とオフ時間に対応した単一磁束量子 (SFQ) パルスを入力することで、マイクロ波のオンオフ制御が可能である。本研究では、任意の時間間隔のマイクロ波パルスを生成するために AQFP を用いたパルス間隔制御回路を設計した。

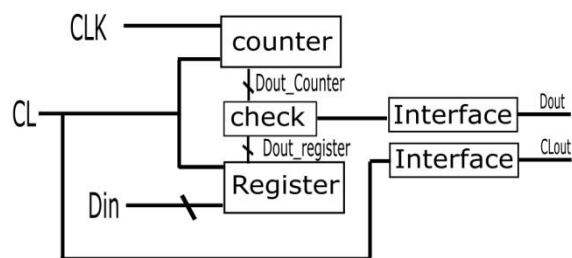


Fig. 1 Block diagram of a microwave pulse-length controller

Fig. 1 は設計したパルス間隔制御回路であり、4つの回路ブロックで構成される。まず時刻 0 で CL 信号が論理 1 になり、Interface 回路

からスタート用 SFQ パルス信号が出力される。同時に停止時刻に対応する入力信号 Din がレジスターで記録され、Counter はゼロから計数を開始する。カウンターの計数結果が、Din に達すると、check 回路を通して Interface から SFQ パルスが出力される。以上により、パルス間隔 $T \times C_{in}$ (ただし、 T は CLK の周期) のマイクロ波パルスがマイクロ波チョッパから生成される。

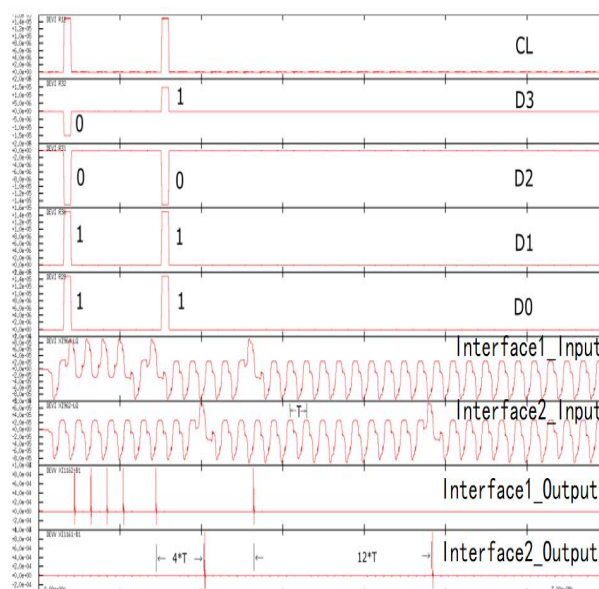


Fig. 2 Simulation result of a microwave pulse-length controller

Fig. 2 はシミュレーション結果であり、入力が 0011 の場合、マイクロ波パルスの間隔は $4T$ であり、入力が 1011 の場合、マイクロ波パルスの間隔は $12T$ である。以上よりマイクロ波チョッパの制御ができることが分かった。
参考文献

- [1] J. Clark, *et al.* Nature vol. 453, 1031, 2008.
- [2] N. Takeuchi, *et. al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond., vol 23,1700304, 2013.