

AQFP 回路の論理しきい値におけるグレーゾーンのシミュレーション

Simulation of gray zone in the logic threshold of AQFP circuits

横国大¹, The CiS² ○松島 孝¹, 竹内 尚輝¹, Thomas Ortlepp², 山梨 裕希¹, 吉川 信行¹

Yokohama Nat. Univ.¹

The CiS Research Institute for Microsensor Systems and Photovoltaics²

○Takashi Matsushima¹, Naoki Takeuchi¹, Thomas Ortlepp², Yuki Yamanashi¹, Nobuyuki Yoshikawa¹

E-mail: matsushima-takashi-ys@ynu.jp

半導体集積回路は微細化の物理的限界による性能の向上の頭打ちや消費電力の増大といった問題が顕在化している。これらの問題を解決できる次世代デバイスとして、高速性と低消費電力性に優れた超伝導回路が注目されている。我々はこの超伝導回路の1つであり、高速動作や超低消費電力といった特徴をもつ断熱型磁束量子パラメトロン(AQFP) 回路の研究を行っている[1]。

AQFP 回路は超高感度な回路で、微小な入力電流で動作することが出来る。しかしながら、AQFP 回路の入力電流に対する論理出力の0から1への遷移(しきい値特性)は、熱雑音によりなまるため、この遷移幅(グレーゾーン幅)がAQFPゲートの入力感度を決定する。本研究はAQFP回路のグレーゾーンを、熱雑音を考慮した回路シミュレーションにより評価した。回路パラメータに対するグレーゾーン幅の変化を調べることで、AQFP回路のさらなる高感度化を目指した。今回は、クロックの立ち上がり/立ち下がり時間ならびに β_c と、グレーゾーン幅の関係性を調べた。

図1にはシミュレーションに用いた回路を示す。図2にはグレーゾーン幅とクロックの立ち上がり/立ち下がり時間の関係を、図3には、グレーゾーン幅と β_c の関係を示す。これらの結果より、AQFP回路のグレーゾーン幅はクロックの立ち上がり/立ち下がり時間を長くし、 β_c を大きくすることで改善されることがわかった。発表では実際に回路を試作し、グレーゾーンを測定した結果についても報告する。

[1] N. Takeuchi, D. Ozawa, Y. Yamanashi, and N. Yoshikawa, Supercond. Sci. Technol. **26**, 035010 (2013).

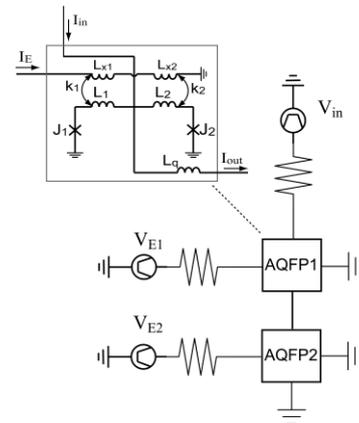


図1 熱雑音を付加した回路

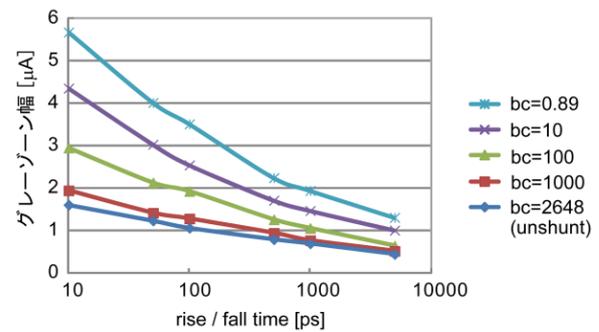


図2 グレーゾーン幅とクロックの立ち上がり/立ち下がり時間の関係

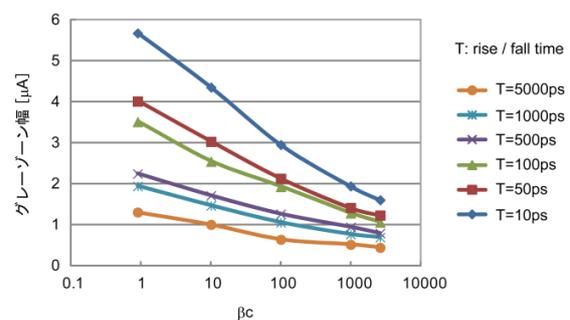


図3 グレーゾーン幅と β_c の関係