

2023 年度年次報告書

量子・古典の異分野融合による共創型フロンティアの開拓

2023 年度採択研究代表者

沓間 弘樹

東北大学 大学院工学研究科

助教

光子数分解可能なスケーラブル単一光子検出器の開拓

## 研究成果の概要

本研究は、研究代表者の有する超伝導物性、マイクロ波回路技術、増幅器開発の異なる分野の知見を集結することで、光子数識別可能な高速超伝導検出器アレイを創出することを目指す。具体的には、高誘電率基板を使用したインピーダンス変換回路の小型化、マイクロワイヤ型検出器 STaMD の開発、低消費電力な超伝導増幅器の開発に取り組む。

今年度は、超伝導材質である窒化ニオブや光キャビティとして使用する酸化チタンのマイクロ波特性評価や評価結果を基にした超伝導増幅器の試作評価も行った。また、本研究室のシステムでマイクロワイヤの光子応答や電流一様性の評価も実施した。共振器の評価結果から、窒化ニオブの力学的インダクタンスや酸化チタンの誘電率を評価することに成功し、超伝導の損失も小さいことを確認する事ができた。これらの成果を基に、当初計画していなかった酸化チタン基板上の窒化ニオブを使用した共振器型超伝導増幅器の試作および評価を行った。評価の結果、設計通りの共振を確認することはできたものの、想定よりも小さな印加電流で常伝導になってしまい、本試作では、増幅器として動作させることは難しいという結果となった。現在の設計では、回路の一部に電流が集中しやすい構造になっていることが問題と考えており、今後は回路設計の最適化による電流集中の回避する構造を検討する予定である。マイクロワイヤの評価に関しては、超伝導単一光子検出器の検出能率が、マイクロワイヤの電流分布に依存しているという先行研究の結果を基に、系統的な評価を行った。具体的には、さまざまな線幅のマイクロワイヤの臨界電流をさまざまな温度で評価を行った。これらの結果を基に、検出器の動作温度で電流がより一様に分布しているワイヤを評価し、光子応答を確認する事ができた。