

補助事業番号 2024M-417

補助事業名 2024年度量子コンピュータ用小型高性能超伝導フィルタの開発補助事業

補助事業者名 山梨大学 大学院総合研究部 工学域 関谷研究室 関谷尚人

## 1 研究の概要

本研究では量子コンピュータ用の小型、高性能（低損失、急峻な遮断特性、広帯域帯域外減衰特性）超伝導フィルタの開発に取り組んだ。特に帯域外減衰特性が仕様を満たすように、加工精度を改善し、新しいフィルタ設計方法を提案した。それによって、設計仕様を満たしつつ、フィルタサイズを量子コンピュータにこれまで使われているフィルタより、約80%小型化できることを設計によって明らかにした。作製した超伝導フィルタは設計結果とよく一致しており、小型・高性能超伝導フィルタの開発に成功した。

## 2 研究の目的と背景

大規模量子コンピュータの実用化は交通渋滞の解消、ウイルスに対するワクチン開発の短期化、人工光合成によるエネルギー問題の解消など、人類の社会的課題解決に大きく貢献する。しかしながら、量子コンピュータの量子ビット数の増加（計算規模の拡大）はそれを制御するマイクロ波の配線数の増加につながり、特にサイズが大きい読み出し用フィルタには小型、高性能化（低損失、急峻な遮断特性、広帯域帯域外減衰特性）が要求されている。

そこで、量子コンピュータの読み出し用フィルタの仕様を満たす、小型、高性能超伝導フィルタを開発する。

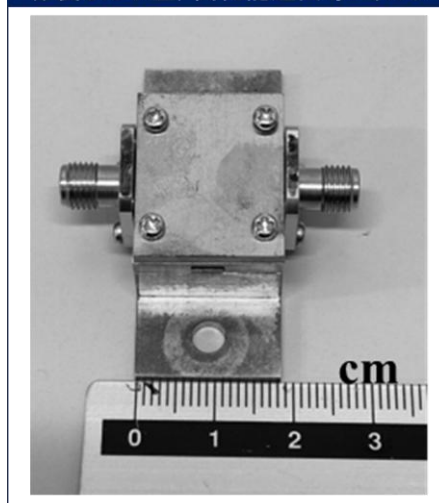
## 3 研究内容

### (1) 量子コンピュータ読み出し用超伝導帯域通過フィルタ(BPF)の開発

<https://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~nsekiya/research.html>

本研究の大きな課題は広帯域帯域外減衰特性を満たす超伝導帯域通過フィルタ(BPF)を如何に設計するかである。本研究では超伝導薄膜を加工できる最小線幅と線間距離を改善し、それをを用いた新しいBPFの設計方法を提案することで、設計仕様を満たすことに成功した。この設計方法をもとに改善した加工方法を用いて作製した超伝導BPFの測定結果はシミュレーション結果とよく一致しており、提案設計方法の有用性を明らかにした。また、開発した超伝導フィルタは量子コンピュータにこれまで使われているフィルタより約80%の小型化に成功した。以上より、量子コンピュータ読み出し用の小型、高性能超伝導BPFの開発に成功した。

作製した小型、高性能超伝導フィルタ



#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究は量子コンピュータの読み出し用 BPF への適用を目指して超伝導 BPF を開発しており、超伝導 BPF が量子コンピュータの読み出し用 BPF に採用されれば、従来の読み出し用 BPF の課題を解消し、量子ビット数の拡大に貢献できる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本補助事業者は約20年にわたり超伝導フィルタの研究に従事してきた。超伝導フィルタの実用化には設計仕様を確実に満たすために、フィルタの設計技術は当然のことながら、超伝導体をフィルタ形状に精度よく加工する技術も非常に重要となる。本補助事業者は近年、JAXA深宇宙探査用新アンテナの受信機用超伝導フィルタの実用化に成功し、超伝導フィルタの設計、作製技術を確立してきた。そのような中、近年注目されている量子コンピュータ分野は超伝導フィルタが適用しやすいマイクロ波帯を利用していることから、超伝導フィルタの新しい応用先として非常に魅力的な分野である。そこで、本補助事業者が持つ超伝導フィルタの設計、作製技術を用いて量子コンピュータ用超伝導フィルタが開発できれば、量子コンピュータ分野に大きく貢献できると考え本事業に挑戦した。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

なし(ただし、本事業の開発期間が終了した2025年5月ころに特許出願を予定している)

#### 7 補助事業に係る成果物

なし

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 山梨大学工学部(ヤマナシダイガクコウガクブ)

住 所: 〒400-8511(半角)

山梨県甲府市武田4-3-11

担 当 者: 教授 關谷 尚人(セキヤ ナオト)

担 当 部 署: 電気電子工学科(デンキデンシコウガッカ)

E - m a i l: nsekiya@yamanashi.ac.jp

U R L: <https://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~nsekiya/>