量子コンピュータのための読出し用超伝導帯域通過フィルタの開発
Development of Readout Superconducting Bandpass Filter for Quantum Computer

關谷　尚人 †
Naoto SEKIYA †

† 山梨大学
Univ. of Yamanashi

概要

富士通株式会社と国立研究開発法人理化学研究所は 2025 年 4 月に外部ユーザーに提供されている超伝導量子コンピュータとして世界最大級となる 256 量子ビットコンピュータを実現した．また，2026 年には 1,000 量子ビットコンピュータの公開を目指している．超伝導量子ビットは典型的に数 GHz～10 GHz 程度の共振周波数を持つため，その操作や読出しにマイクロ波が使われる．読出しには市販のマイクロ波帯域通過フィルタ（BPF: Bandpass filter）が使われており，4 量子ビットに 1 個の BPF が必要となる．例えば，1,000 量子ビットコンピュータには 250 個の BPF が必要となり，量子ビット数がさらに増えるとそのサイズが課題となる．また，帯域外の遮断特性も仕様を満たすことができない課題がある．

本稿では，これら二つの課題を同時に満たし，なおかつ低損失の超伝導 BPF の開発を進めているので，その状況を紹介する．

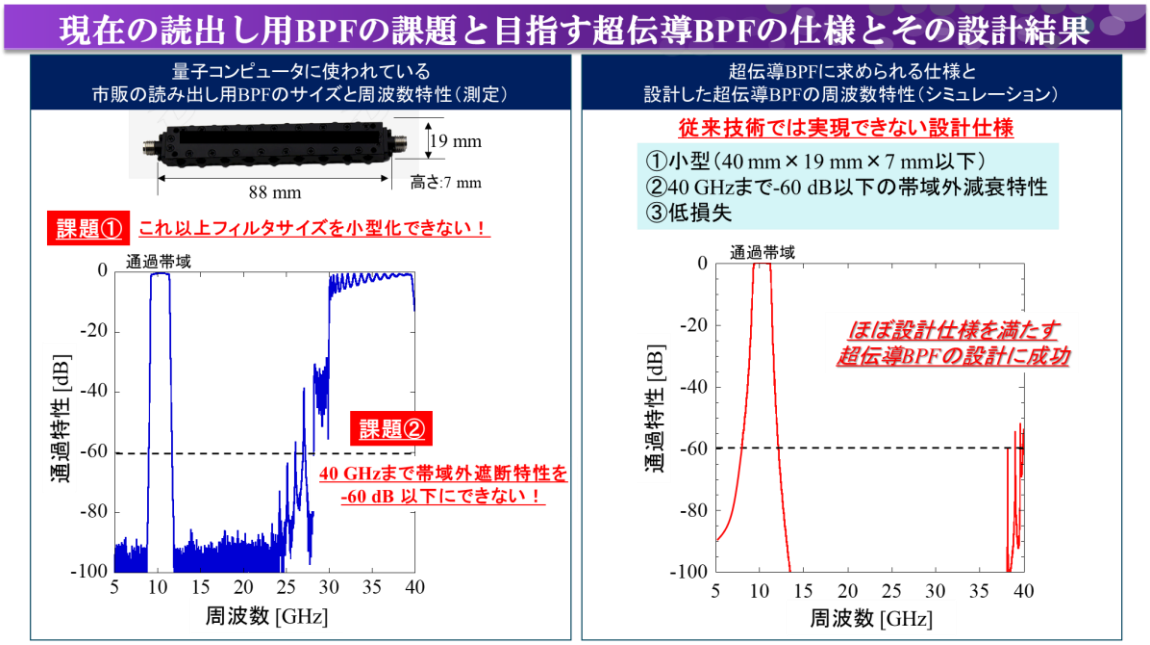

図　読出し用 BPF の課題（左）と超伝導 BPF の設計仕様と設計結果（右）

Abstract

Superconducting qubits in superconducting quantum computers typically have resonant frequencies of several GHz to 10 GHz, so microwaves are used for their operation and readout. Commercially available readout microwave bandpass filters (BPFs) are used for quantum computers. However, these BPFs are large and have poor out-of-band rejection characteristics. In this study, low loss and compact superconducting BPFs with wide out-of-band rejection characteristics were developed.