

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	竹内 尚輝
研究機関名	産業技術総合研究所
所属部署名	量子・AI 融合技術ビジネス開発グローバル研究センター
役職名	主任研究員
研究課題名	断熱超伝導回路による革新的量子ビット制御技術
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究は、超伝導デバイス AQFP を用いた量子ビット制御回路の研究開発を行う。特に、低電力動作が可能な AQFP 回路と、マイクロ波多重化・分離技術を組み合わせることで、低電力かつケーブル数の少ない回路システムの実現を目指す。本年度は、昨年度シミュレーションにより原理実証を行った AQFP ミキサ回路（量子ビット制御に必要なマイクロ波信号を生成）のチップを作製し、4 Kにおいて動作実証を行った。また、マイクロ波多重化及び分離のために必要となる超伝導共振器の設計や、マイクロ波多重化回路のプロトタイプ開発を行った。【ミキサ回路の動作実証】～5 GHz のローカルオシレータ信号を AQFP ミキサに入力し、量子ビット制御に必要な基本的なマイクロ波操作（スイッチ、変調）が可能であることを示した。また、-100 dBm 以上の出力マイクロ波パワーが得られることを実証した。【超伝導共振器の設計】マイクロ波多重化及び分離を行う上でコアとなる～5 GHz の超伝導共振器の設計を行った。ここで、集中定数素子を用いることで、超伝導共振器の小型化を検討した。【マイクロ波多重化回路の検討】AQFP ミキサと超伝導共振器を組み合わせたマイクロ波多重化回路のプロトタイプを開発し、4 Kで動作実証を行った。2つのマイクロ波トーンが多重化されたマイクロ波信号を室温から低温に伝搬し、多重化回路を用いて低温下で各トーンを分離できることを示した。実験では簡単のために2つのトーンを扱ったが、原理的には多数のマイクロ波トーンを1つのケーブル上に多重化することが可能である。これにより、少ないケーブル数で低温下の多数の量子ビットを制御できる可能性が示された。