

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 沈 泓翔

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 理工博甲第78号

学位授与年月日 令和5年3月23日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 **Research on qubit control and readout systems using superconductor and cryo-CMOS circuits**

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	吉川 信行
		横浜国立大学	教授	竹村 泰司
		横浜国立大学	教授	荒川 太郎
		横浜国立大学	教授	関口 康爾
		横浜国立大学	准教授	大矢 剛嗣
		横浜国立大学	准教授	山梨 裕希

論文及び審査結果の要旨

超伝導量子コンピュータは演算の並列化により計算速度を飛躍的に高速化する技術として近年、注目が集まっている。しかしながら、超伝導量子コンピュータは 20mK 程度の極低温で動作し、個々の量子ビットの操作と観測のために少なくとも 1 本以上のマイクロ波ケーブルを必要とする。そのため、量子ビット数の増加に対して、制御・読出用ケーブルの数が膨大となり、このことが大規模量子コンピュータの実現を制限する課題となっていた。

本研究では、超伝導回路や低温 CMOS 回路などの極低温回路を用いた量子ビット制御・読出しシステムの研究を行った。ケーブル数の削減のために、極低温内でフィードバック回路を構築することを目指した。フィードバック回路の実現のために、単一磁束量子(SFQ)回路、断熱量子磁束パラメトロン(AQFP)回路、および極低温 CMOS 回路を用いた。提案システムにおいて、量子ビット制御のために出力振幅が可変できる SFQ マイクロ波発生器を提案し、その動作実証を行った。更にマイクロ波出力の増大のための回路を提案し、熱雑音に対する SNR の向上を図った。一方、SFQ マイクロ波発生器の制御のために AQFP カウンタと CMOS デジタルアナログコンバータを提案、試作し、その動作実証を行った。

以上により、超伝導量子ビットと近い極低温環境において、量子ビットを制御するシステムを提案し、その回路コンポーネントの動作を実証することに成功した。

これらの研究成果は、超伝導量子コンピュータ技術、特に超伝導量子コンピュータと室温エレクトロニクスとのインターフェイスの実現に対して極めて意義のあるものと高く評価される。よって、本論文は数物・電子情報系理工学専攻の博士（工学）の学位論文として十分な内容を有すると認める。