

量子コンピュータ周辺回路としての低温デジタル回路活用に関する調査専門委員会 設置趣意書

金属・セラミックス技術委員会

1. 目的

本調査専門委員会は、極低温で動作する量子コンピュータの実現に向けての大きな課題である極低温実装問題を解決する手段として、低温デジタル回路活用の可能性を調査することを目的とする。

2. 背景および内外機関における調査活動

量子コンピュータは次世代の情報処理技術として世界中で開発競争が激化している。量子コンピュータを実現するためのデバイスとしては超電導デバイスが有力であるが、他にも半導体、イオントラップなどの候補がある。いずれのデバイスも希釈冷凍機を用いた 10mK レベルの極低温環境が動作に必要である。一方、量子コンピュータ実現のための最も大きな課題の一つと言われているものが、極低温実装問題である。超電導を例にとると、一つの量子ビット動作には少なくとも書き込み、読み出しに 2 本のマイクロ波ケーブルが必要であり、量子ビット数が増えてくるとマイクロ波ケーブルによる熱流入のために量子ビットの動作環境である 10mK を維持することが不可能となる。超電導量子ビットのこの問題を解決する手段として、超電導デジタル回路を用いて量子ビットへの入出力、制御を行い、入出力線数を劇的に削減することが提案され、すでに米国では大学、ベンチャー企業で研究が開始されている。周辺回路としての超電導デジタル回路の活用は、超電導量子コンピュータ実現の鍵を握る技術に成長する可能性があるが、わが国ではこの問題に関する本格的な取り組みはまだなされていない。超電導デジタル回路は日本が最も進んでおり、いち早く可能性と目指すべき方向を調査することによって世界に対する優位性を確保することができる。また、超電導量子コンピュータや半導体量子コンピュータに対する低温 CMOS 回路の量子ビット周辺回路としての活用も魅力ある調査対象である。

3. 調査検討事項

- ・量子コンピュータ極低温実装の現状調査
- ・超電導デジタル回路による超電導量子ビットへの入出力・制御可能性調査
- ・低温 CMOS 回路の半導体量子ビット、超電導量子ビットへの入出力・制御可能性調査
- ・冷凍機などの極低温実装技術の動向調査

4. 予想される効果

- ・量子コンピュータ入出力回路および制御回路としての超電導デジタル回路および低温 CMOS 回路の有用性を明らかにできる
- ・量子コンピュータ用超電導デジタル回路開発および低温 CMOS 回路に必要な仕様が明確化する

5. 調査期間

令和元年（2019年）11月～令和3年（2021年）10月

6. 委員会の構成 (職名別の五十音順に配列)

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	日高 睦夫	(産総研ナノエレクトロニクス研究部門 超伝導分光エレクトロニクスグループ)	会員
委員	吉川 信行	(横国大)	会員
同	山下 太郎	(名大)	会員
同	猪股 邦宏	(産総研ナノエレクトロニクス研究部門 ナノ超伝導計測信号処理グループ)	非会員
同	伴野 信哉	(物材研)	会員
同	寺井 弘高	(NICT)	会員
同	山本 剛	(NEC)	非会員
同	更田 裕司	(産総研ナノエレクトロニクス研究部門 ナノ CMOS 集積グループ)	非会員
同	門 恒男	(ロックゲート)	非会員
幹事	山梨 裕希	(横国大)	会員
同	田中 雅光	(名大)	会員

7. 活動予定

委員会 3回/年

8. 報告形態 (調査専門委員会は必須)

本調査専門委員会の調査によって得られた成果は、電気学会技術報告書としてまとめる予定である。