

AI 系積層型ジョセフソン接合を用いた超伝導量子ビットの作製

Fabrication of Superconducting Qubits with Al Trilayer Josephson Junctions

産総研[○]佐藤 哲朗, 埜口 良二, 山岸 雅司, 永沢 秀一, 日野出 憲治, 日高 睦夫, 前澤 正明,
堀川 剛

AIST[○]Tetsuro Satoh, Yoshiji Noguchi, Masashi Yamagishi, Shuichi Nagasawa, Kenji Hinode, Mutsuo
Hidaka, Masaaki Maezawa, Tsuyoshi Horikawa

E-mail: tetsurou-satou@aist.go.jp

背景

我々は超伝導量子ビットの大規模集積化を目指して、まず微小な Al/AIO_x/Al 積層型ジョセフソン接合の作製プロセスを開発し、直径 0.1 μm レベルの接合作製とそれらの 300 mK における I-V 特性の確認に成功してきた。本発表では、これに新たに開発した作製プロセスを加えて数種類の超伝導量子ビットを作製した結果を報告する。

作製方法および結果

従来通り、接合のパターニングのみ電子線リソグラフィを用い、他のパターンではi線ステッパを用いた。接合および下部Al層は Cl₂/BCl₃ 系RIEで、上部Al配線はArイオンミリングでエッチングした。層間絶縁層は PECVD-SiO₂ であり、基板温度 250°C で成膜した。今回作製した最小接合は直径約 0.2 μm であり、後述する一部を除き配線の最小線幅は 1 μm である。量子ビットの作製には、微小な接合だけではなく、共振器等の大きな面積を持つ周辺回路を同一チップ上に作製する必要がある。そこで本プロセスでは、微小接合へのコンタクト形成のための平坦化工程において、CMP特有の研磨速度のパターン面積依存性を抑制するためにNb集積回路作製で使用されている”Caldera”平坦化を採用した。また、磁束量子型量子ビットの一部では、量子ビットと

SQUIDとの結合を強めるために 0.2 μm幅のAl細線が要求される。このような細線をエッチング耐性の高いi線レジストで作製するために、露光強度・レジストスリミング条件・エッチング条件を調整した細線作製プロセスも新規に開発した。作製した量子ビットの一例として、2 接合から構成されるトランズモン型量子ビットの顕微鏡像をFig.1 に示す。希釈冷凍機において、この量子ビットの動作が確認された。

謝辞

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものです。本研究の一部は、TIA-SCR、AIST-CRAVITY および AIST-NPF において実施されました。本稿 Fig.1 のトランズモン型量子ビットは理研・猪股邦宏博士により設計・評価されました。

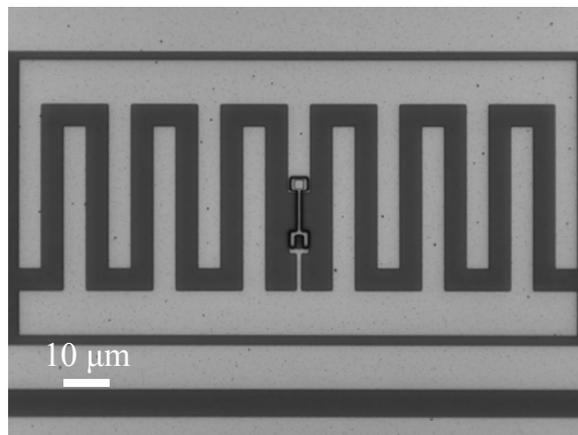


Fig.1 Laser microscope image of a transmon qubit.