

飛行時間型超伝導質量分析システムの改善と評価

Improvement and Evaluation of a Superconducting Time-of-Flight Mass Spectrometry System

横浜国大工 〇佐野 京佑, 下田 知毅, 山梨 裕希, 吉川 信行

産総研 全 伸幸, 大久保 雅隆

Yokohama National Univ., 〇K. Sano, T. Shimoda, Y. Yamanashi, N. Yoshikawa

AIST, N. Zen, M. Ohkubo

E-mail: sano-kyosuke-cw@ynu.jp

現在、検出感度が分子量に依存しない超伝導ストリップイオン検出器 (SSID, Superconducting Strip Ion Detector) が飛行時間型質量分析を目的として開発されている[1]。SSID 単体の検出面積は数 mm^2 程度であり、検出効率の改善のため検出器のアレイ化が検討されている。しかし、アレイ化に伴い冷凍機内に搭載する検出器数が増加し冷凍機-室温間の配線数も増大する。このため、読み出し回路の複雑化、室温からの熱流入による SSID のパフォーマンスの低下、冷却コストの増大などの課題が生じる。

これらの課題は、単一磁束量子 (SFQ, Single Flux Quantum) 回路を用いて複数の検出器信号を合流させ高速に信号処理することで解決可能である。我々は SSID とイオンの飛行時間を計測する SFQ 時間測定回路 (TDC, Time-to-Digital Converter)[2]から構成される超伝導質量分析システムを開発している。

現在は、目標のシステムの実現の前段階として単チャンネルの SSID と SFQ TDC を同一の冷凍機に実装し質量分析実験に取り組んでいる。本研究では、マトリックス支援レーザー脱離イオン化法 (MALDI, Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization) を用いて試料 (リゾチーム) をイオン化し、SSID にてイオンを検出し SFQ TDC によりその飛行時間を測定する。

実装した SFQ TDC の構成を図 1 に示す。SFQ TDC は、100 ps の分解能で時間を測定するカウンタ、カウンタで測定したイオンの飛行時間データを処理・格

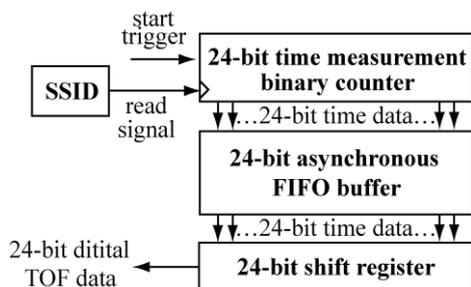


図 1. SFQ 時間測定回路の構成

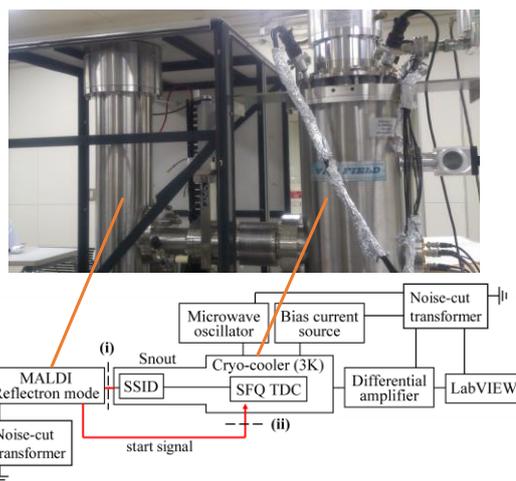


図 2. 超伝導質量分析システム

納するバッファ、格納したデータを室温へ低速で読み出すためのシフトレジスタから構成される。これまでの研究にて、SSID と SFQ TDC からなる超伝導質量分析システムを構築した。図 2 に単一冷凍機を用いた超伝導質量分析システムの構成を示す。これまでのセットアップにおいては、(i) MALDI 装置及び冷凍機のチャンバー間、及び (ii) SFQ TDC の時間測定を開始させる“start”信号の入力経路が電氣的に繋がっていた。この場合、MALDI TOF MS 装置におけるイオンの加速電圧印加に伴う電氣的ノイズが SFQ 回路の安定動作を妨害してしまう。

今回、MALDI 装置と冷凍機の間 (i), (ii) を絶縁し、システムの安定化を図った。講演では、改善した超伝導質量分析システムを用いた最新の TOF MS 測定の結果を報告する。

本研究に使用された回路は、(独)産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム(CRAVITY)において、AIST-STP2 プロセスを用いて作製された。

参考文献

- [1] N. Zen, *et al*, Appl. Phys. Lett., vol. 98, 012601, 2012.
- [2] K. Sano, *et al*, IEICE Trans Electron., vol. E97-C, pp182-187, 2014.