

二重発振器型 SFQ-TDC を用いた超伝導イメージングシステムの 高空間分解能化

Improvement of spatial resolution of superconducting imaging systems using single-flux-quantum double-oscillator time-to-digital converters

横国大院工¹, 産総研² ◯(M1)富塚 裕真¹, (M2)阿部 裕¹, 全 伸幸²,
山梨 裕希¹, 吉川 信行¹

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Nat'l Univ.¹, AIST²,

◯Yuma Tomitsuka¹, Yutaka Abe¹, Nobuyuki Zen², Yuki Yamanashi¹, Nobuyuki Yoshikawa¹

E-mail: tomitsuka-yuma-sr@ynu.jp

イメージング質量分析は次世代の計測技術であり、生体組織内に存在する分子の質量と、分布位置を同時に得ることができる。しかし、計測可能な分子量と解像度は分子検出器の性能で制限されており、現在、数 100 μm サイズの比較的大きな生体組織中に存在する金属イオンなどの軽い分子の分布画像しか得られていない。

質量分析システムにおいて、検出器に超伝導体を用いることで従来の MCP 検出器などでは検出が難しかったタンパク質などの高分子の検出が実現されている[1]。本研究は質量分析だけでなく、高分子の位置も特定できる超伝導イメージングシステムの実現を目標としている。細胞内におけるタンパク質の分布画像が得られれば、例えば脳疾患に対する治療薬の開発など医療分野への貢献が期待できる。

超伝導イメージングシステムを Fig.1 に示す。本システムは超伝導ストリップ線粒子検出器 (Superconducting Strip Line Detector : SSLD) と SSLD から出力される信号の時間情報を解析する遅延測定回路 (TDC, Time-to-Digital Converter) から構成される。SSLD は 1 本の超伝導ストリップ線をミアンダ状に構成しており、分子が衝突した時に両端から検出信号が出力される。この二信号の到達時間差を TDC で測定することによって分子の検出位置を特定することができる。よって TDC の時間分解能が高ければ高いほど、より細かい分解能でイメージングを実現できる。そこで、我々は SFQ 回路を利用した高時間分解能を実現可能な二重発振器型の TDC [2] に注目した。Fig. 2 に二重発振器型 TDC の構成を示した。これまでの我々の研究により、本 TDC を用いて 2 ps の分解能での時間測定が実現されている。

今回、本 TDC と SSLD を接続し、SSLD の両端から出力される信号の時間情報を基に位置の特定を行うモデルを考案した。発表では、本モデルにより実現された空間分解能についても報告する。

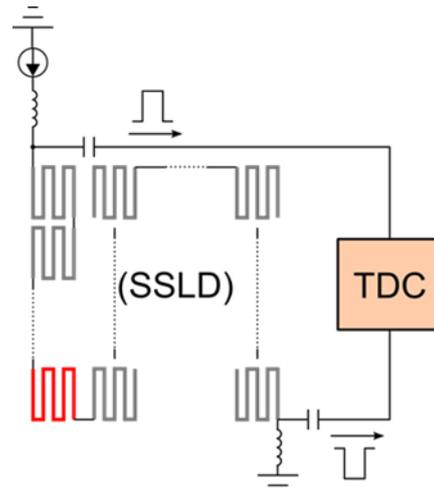


Fig. 1 Superconducting mass-spectrometry imaging system

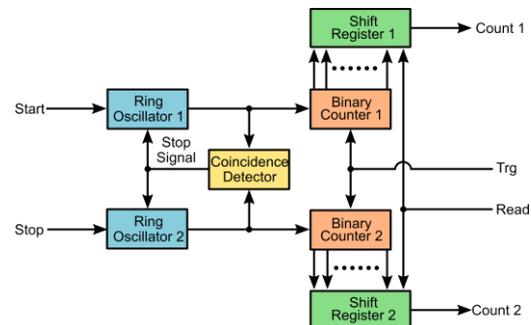


Fig. 2 Block diagram of double oscillator TDC

謝辞

本研究に使用されたデバイスは、産業技術総合研究所 (AIST) の超伝導クリーンルーム CRAVITY において作製された。

参考文献

- [1] A. Casaburi, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **94**, 212502 (2009)
- [2] T. Nishigai, *et al.*, *Physica C* **426-431** 1699-1703 (2005)