

二重発振器型 SFQ-TDC の時間分解能の改善

Improvement of time resolution of double-ring-oscillator time-to-digital converters

横国大院工¹, 産総研² ○(M1) 冨塚 裕真¹, (M2) 阿部 裕¹, 全 伸幸²,

山梨 裕希¹, 吉川 信行¹

Yokohama Nat'l Univ.¹, AIST²,

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

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

超伝導体を検出器に用いることで、従来の MCP 検出器等では検出が難しかった高分子の検出が実現されている[1]。本研究では検出システムを発展させ、細胞内分子のイメージングをすることを目標としている。検出器は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。よって検出信号読み出し回路の時間分解能が高ければ高いほど、より細かい空間分解能での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遅延測定回路 (TDC, Time-to-Digital Converter) [2]に注目した。今回、二重発振器型 TDC の設計を改良し、1,000 回の試行回数による測定において高時間分解能を実現したので報告する。

Fig. 1 に二重発振器型 TDC の構成を示す。発信周期が僅かに異なる2つ発振器の利用により、本 TDC の時間分解能は発振器の周期ではなく、一致検出器 (CD, Coincidence Detector) が二信号を一致とみなす入力の時間差によって決定される。そのため、極めて高い時間分解能を実現できる。今回、両発振器の周期を調整することによってダイナミックレンジを広げ、またジッタを低減することによって時間分解能の向上を狙った。Fig. 2 に入力遅延時間差 90ps の条件で 1,000 回測定した際の、出力波形から得られた時間差のヒストグラムの一例を示す。90%を超える高い確率で入力時間差に対応したピークが確認できている。また、Fig. 3 に二信号の入力時間差に対する、TDC による実測値とシミュレーション値の関係を示す。測定、シミュレーションともに線形的な特性が確認でき、数 ps の極めて高い分解能での時間測定を実現した。

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。

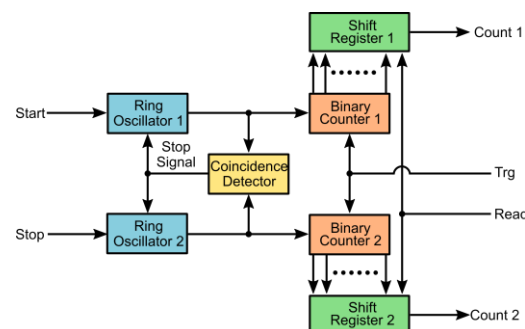


Fig. 1 Block diagram of double oscillator TDC.

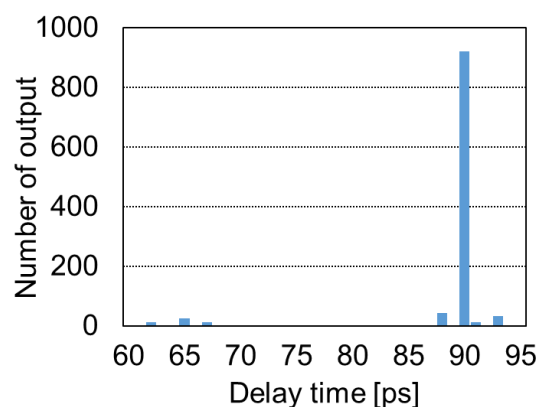


Fig. 2 Histogram of delay time obtained by 1,000-times measurements

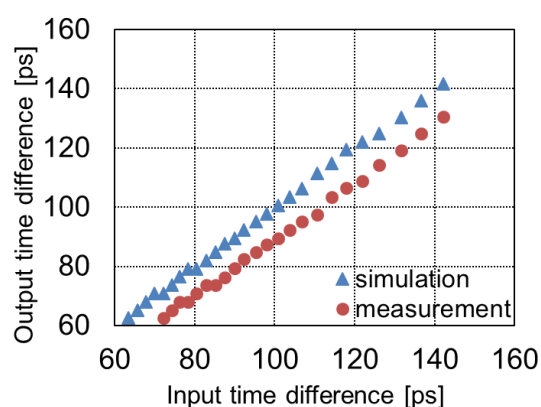


Fig. 3 Input time differences vs. measured and simulated time differences

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)