

パラレル型超伝導ストリップイオン検出器中のバイアス電流分布の改善
Improvement of the distribution of bias current in superconducting strip ion detectors
(SSIDs) with parallel configuration

産総研¹ 〇全 伸幸¹, 藤井 剛¹, 志岐 成友¹, 浮辺 雅宏¹, 小池 正記¹, 大久保 雅隆¹
 AIST¹ 〇Nobuyuki Zen¹, Go Fujii¹, Shigetomo Shiki¹, Masahiro Ukibe¹, Masaki Koike¹, Masataka
 Ohkubo¹

E-mail: n.zen@aist.go.jp

背景: 超伝導ストリップイオン検出器 (SSID; Superconducting Strip Ion Detector) は、超高速性と超高感度を兼ね備えた次世代型イオン検出器である^{1,2}。従来のイオン検出器であるマイクロチャンネルプレート (MCP; Microchannel Plate) が、イオン衝突の際に仕事関数を超えて二次電子を生成する必要があるのに対し³、SSID の感度は、超伝導体中のクーパー対の束縛エネルギーによって決定されており、MCP に比べて 2~3 桁程度良好な感度を実現する。一方、SSID の応答速度は、超伝導ストリップ長に比例する力学インダクタンスによって決定されており、高速な応答速度と大きな検出器面積を両立させるためには、ストリップを並列に配置させることによる力学インダクタンスの低減が必須である^{4,5}。ここで、パラレル型の SSID においては、イオン検出イベントの直後に、ストリップ中を流れていたバイアス電流が、並列に接続されたストリップに再分配されることが知られており、我々はそのダイナミクスに関する研究を行ってきた⁶。本研究においては、各ストリップにバイアス抵抗を直列接続することによりバイアス電流の再分配を抑制し、検出器特性の改善を試みた。

実験: SSID は、膜厚 40 nm、線幅 1 μm のメアンダ状ニオブ超伝導ストリップ 10 本から構成され、並列接続により検出器面積は $2 \times 2 \text{ mm}^2$ である。各ストリップの端子に接続されたアルミボンディングワイヤをバイアス抵抗として用いる。3.2 K における抵抗値は 10 m Ω 程度である。SSID が搭載された冷凍器は飛行時間型質量分析計 (TOF MS; Time-Of-Flight Mass Spectrometer) に接続され、測定試料としてリゾチームなどの生体分子を用いた。出力電流パルスは電荷有感型前置増幅器を経由し、FPGA によってデジタル信号処理されることにより、出力電流の分布を取得した。

結果: バイアス抵抗を有する SSID は、出力電流の分布が抑制されることを確認した。しかしながら高カウントレートの場合には効果が小さかった。今後はバイアス電流の回復時間を高速化するため、より大きなバイアス抵抗が実装された SSID を開発する。

¹K. Suzuki, *et al.*, Appl. Phys. Express **4**, 083101 (2011).

²M. Ohkubo, Physica C **468**, 1987-91 (2008).

³G. Westmacott, *et al.*, Rapid Commun. Mass Spectrom. **14**, 1854-61 (2000).

⁴A. Casaburi, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **94**, 212502 (2009).

⁵N. Zen, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **95**, 172508 (2009).

⁶N. Zen, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 012601 (2014).