

読者の広場

Q&A

Q:「超電導体でイオン検出 質量分析装置に応用期待」という新聞記事がありましたが、超電導体を活用することでどのように検出特性を高めることが出来たのでしょうか。また、どういふ応用が期待されるのでしょうか？」

A:

概要

飛行時間型質量分析装置は、ライフサイエンス分野などで使われる重要な分析装置の1つである。原子や分子をイオン化した後に数キロボルトの電圧で加速して、一定距離を飛行させイオン検出器で検出し、飛行時間から原子や分子の同定、構造解析などを行う。十分な質量分解能を得るため、イオン検出器にはナノ秒の高速応答が必要である。しかし、ナノ秒の高速応答を示すイオン検出器は、質量が 4,000 程度を超えると検出感度が低下するため、分析可能な質量範囲が限られていた。また、質量分析は、質量/電荷数比 (m/z) が同じイオンを識別できず電荷数に不確実性が伴うため、質量を直接決定できないといった限界があった。今回、産総研、横浜国大、イタリア学術会議サイバネティクス研究所は、共同で、超伝導体をナノ構造にすることにより、ナノ秒の時間分解能と電荷数の識別を実現した。

従来、質量分解能 10,000 程度以上の高い質量分解能での測定は、ペプチド（アミノ酸が数個から数十個の少数つながった生体分子で、ホルモン作用、神経伝達作用などを示す）程度の分子にしかな対応できなかったが、超伝導ストリップ検出器により、タンパク質（個数に厳密な定義はないが、アミノ酸が数 10 個以上つながり、複雑な立体構造をもつ生体高分子）やタンパク質複合体にまで拡大できる道が拓けた。

[産総研プレス発表：http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2012/pr20120518/pr20120518.html]

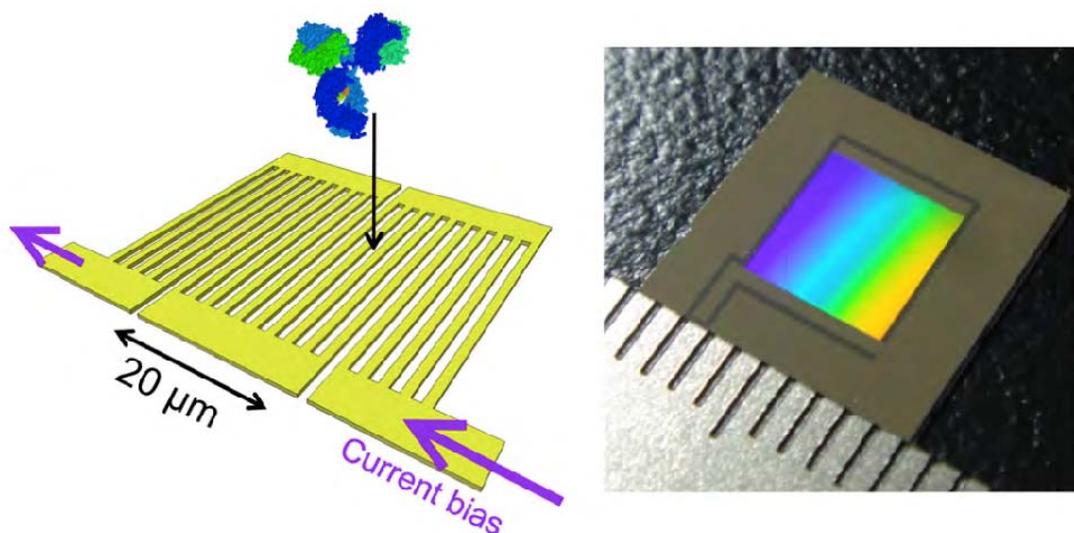
超伝導ストリップイオン検出器

この検出器は超伝導体に電流バイアスをかけておき、イオンが衝突したときに生じる音であるフォノンにより超伝導状態が壊れることを利用してイオンを検出する。厚みが数 10 ナノメートル、線幅が数 100 ナノメートルの超伝導体（ニオブあるいは窒化ニオブ）のストリップ線を、数ミリメートルの領域に直並列に配置することにより、従来型のイオン検出器と同等のナノ秒の高速応答と、質量が大きいイオンでも低下しない検出特性が得られた。また、高速の超伝導デジタル回路を用いてナノ秒の信号を読み出すことに成功した。さらに、この検出器は動作条件を変えることによってイオンの電荷数を識別できる。飛行時間型質量分析装置の性能向上が期待される。

なお、この技術の詳細は、2012年5月20~24日にカナダ、バンクーバーで開催される第60回アメリカ質量分析学会にて発表された（<http://www.asms.org/>）。発表の様子は、会議終了後にウェブ放送された。関連する代表的論文は以下の通りである。

- A. Casaburi, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 98, 023702 (2011), DOI: 10.1063/1.3537808.
- K. Suzuki, *et al.*, Appl. Phys. Express 4, 083101 (2011), DOI: 10.1143/APEX.4.083101.
- K. Suzuki, *et al.*, Rapid Commun. Mass Spectrom. 24, 3290 (2010), DOI: 10.1002/rcm.4780.
- N. Zen, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 95, 172508 (2009), DOI: 10.1063/1.3256220.
- A. Casaburi, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 94, 212502 (2009), DOI: 10.1063/1.3142419.

なお、微細な超伝導線は、光子検出、電子検出にも使用されている。現在、他の超電導検出器も含めて、国際電気標準会議（IEC-TC90）に、検出器の名称や性能試験方法などについての標準化を検討する臨時グループが設置されている。



回答者：独立行政法人 産業技術総合研究所
計測フロンティア研究部門 研究部門長 大久保雅隆 様

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール web21@istec.or.jp までお願いします。」