

MgB₂ 超伝導ストリップを用いた分子イオン検出器のシミュレーション**Numerical simulation on molecular ion detectors using MgB₂ superconducting strips**産総研¹, NTT 物性研² ○馬渡康徳¹, 全伸幸¹, 柴田浩行², 柏谷聡¹, 小池正記¹, 大久保雅隆¹AIST¹, NTT Basic Research Lab.², ○Yasunori Mawatari¹, Nobuyuki Zen¹, Hiroyuki Shibata²,Satoshi Kashiwaya¹, Masaki Koike¹, and Masataka Ohkubo¹

E-mail: y.mawatari@aist.go.jp

超伝導ナノストリップを用いる単一光子検出器や分子イオン検出器は、高感度、高速応答、および低暗計数といった優れた特長をもち、量子情報通信やライフサイエンス等の幅広い分野への実用化が期待されている。こうした検出器は、超伝導薄膜をミアンダ状のナノストリップに加工して作成され、NbN や Nb 等の金属系超伝導体を用いられる場合が多い。一方、金属系超伝導体としては高い臨界温度をもつ MgB₂ は小型冷凍機を用いた検出器の開発に有望であり、すでに MgB₂ を用いた単一光子検出器[1]や中性子検出器[2]の開発が進められている。

産総研では、Nb ストリップを用いた分子イオン検出器を飛行時間型質量分析計の検出部に搭載した次世代分析機器開発を進めており[3]、さらに MgB₂ ナノストリップを用いた検出器による生体分子イオン検出にも成功している[4]。

本研究では、MgB₂ ナノストリップを用いた生体分子イオン検出器の動作原理の解明と高性能化を目的とし、検出器動作を再現する数値シミュレーションを行った。また、MgB₂ ナノストリップ検出器の実験結果との比較検討を行った。

膜厚 $d = 10$ nm の MgB₂ 薄膜をストリップ幅 $w = 250$ nm のミアンダ状に加工し、検出面積は $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ で超伝導面の充填率 50% の検出器を作成した。加工後の臨界温度は $T_c = 20$ K および検出器動作温度は 3.3 K であり、ストリップの臨界電流 $I_c = 96 \mu\text{A}$ に対してバイアス電流 $I_b = 94 \mu\text{A}$ を流した。生体分子イオンとして分子量 1296 のアンジオテンシンを 20 keV に加速し、単一分子イオンの検出を行った。

時間依存 Ginzburg-Landau 方程式と熱拡散方程式を連立して数値的に解き、バイアス電流を運ぶ超伝導ナノストリップに分子イオンが衝突した時の局所的な常伝導転移を再現するシミュレーションを行った。また、検出器構成を表現する回路方程式とも連立して解いて、検出器の出力電圧を計算した結果は、実験結果と定量的に一致した。

本研究の一部は、JSPS 科研費 25420350 の助成を受けて行われた。

[1] H. Shibata *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 212504 (2010).

[2] I. Yagi *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond. **23**, 2200904 (2013).

[3] N. Zen *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 012601 (2014).

[4] 全伸幸ほか, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 講演概要集 19a-PG2-26 (2014).