

アパーチャー実装による STJ X 線検出器の高性能化

High performance of Superconducting tunnel junction X-ray detector with Aperture

埼玉大院¹, 産総研² ○(M1)水野 玄也¹, 藤澤 優一¹, 藤井 剛², 浮辺 雅宏², 志岐 成友²,
成瀬 雅人¹, 明連 広昭¹, 田井野 徹¹

Saitama Univ.¹, AIST.², °G. Mizuno¹, Y. Fujisawa¹, G. Fujii², M. Ukibe², S. Shiki²,

M. Naruse¹, H. Myoren¹, and T. Taino¹

E-mail: g.mizuno.205@ms.saitama-u.ac.jp

背景: X線を用いた材料分析、特に蛍光X線分析は様々な分野で使用されている。その中でも省エネルギー半導体材料や高分子材料などの機能発現に必要な軽元素の分析、特に微量軽元素の分析は、一般にX線検出器として使用されるシリコンドリフト検出器(SDD)のエネルギー分解能では困難である。一方超伝導トンネル接合(STJ)検出器は、SDDの1/10倍のエネルギー分解能を実現し、SiC中の300 ppm窒素ドーパントのX線吸収微細構造(XAFS)分析を世界で初めて可能にした [1]。しかし、実デバイスで一般的な数10 ppm程度のドーパントの分析には、STJのエネルギー分解能と効率の更なる向上が必要である。現在のSTJのエネルギー分解能は理論値の3倍程度であり、理論値に達しない要因の1つとして、STJエッジ近傍での準粒子再結合が考えられる。そこでまず、準粒子再結合低減のためアパーチャーを設けX線照射領域をSTJ内側へ限定させる構造を開発し[2]、100 μm 角のSTJに開口部75 μm 角のアパーチャーを設けることで、エネルギー分解能を40%程度改善したが、検出面積減少に伴い効率も半分程度になった。次に我々は準粒子再結合低減効果を維持しつつアパーチャー開口面積を増大させるため、アパーチャー無160 μm 角STJのエネルギー分解能を検証、100 μm 角と同様のエネルギー分解能が可能な事を確認した[3]。本研究では、検出面積拡大とエネルギー分解能向上の両立を目指し、160 μm 角STJにおける最適アパーチャーサイズの評価を行った。

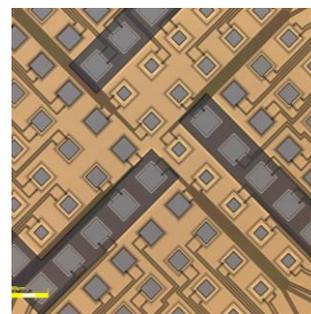


FIG. 1. Image of STJs

実験: アパーチャーサイズが異なる5種類(開口サイズ: 160, 140, 120, 100, 80 μm 角)のSTJを作製した。作製したSTJの顕微鏡画像をFIG. 1に示す。5種類の電流-電圧(I - V)特性の測定を行った結果、アパーチャーサイズによるリーク電流の違いは見られなかった(FIG. 2)。発表では、アパーチャーサイズに対するAl-K α 線に対する応答特性についても報告する。

参考文献: [1] S. Shiki, et al., J. Low Temp. Phys., 167 (2012)

[2] 藤澤 他, 第79回応用物理学会学術講演会(2018 20p-212B-9)

[3] Y. Fujisawa, et al., submitted to J. Phys. Conf. Series

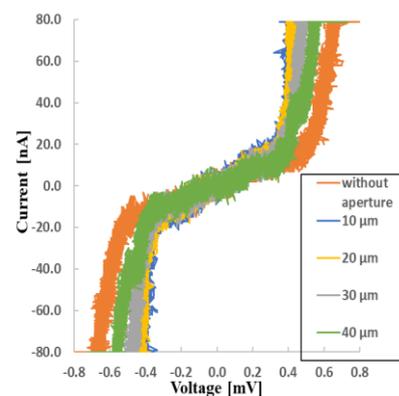


FIG. 2. I - V characteristic curve