

1000 素子 STJ アレイ X 線検出器に向けての 3 次元構造の開発 (2)

Development of 3D structure toward 1000-pixel array STJ detectors (2)

産総研 ○藤井 剛, 浮辺 雅宏, 志岐 成友, 大久保 雅隆

AIST ○Go Fujii, Masahiro Ukibe, Shigetomo Shiki, Masataka Ohkubo

E-mail: go-fujii@aist.go.jp

我々は、100 素子超伝導トンネル接合(STJ)アレイ検出器を搭載した X 線吸収微細構造分析装置 (SC-XAFS) で、従来困難であった SiC 中の 300 ppm 窒素ドーパントという微量軽元素分析に成功した[1]。半導体検出器では困難な、 ~ 12 eV の高エネルギー分解能と 500 kcps の高計数率を達成している。分析可能なドーパント濃度の下限をさらに低くし、高スループット分析を実現するために、エネルギー分解能向上と有感面積の拡大が求められている。しかし、有感面積を現在の 1 mm^2 から飛躍的に増大させるには、従来の 2 次元平面内に素子構造を作り込む方法では限界がある。我々は前回、配線部を検出部の下部に配置する多層の 3 次元構造 STJ 検出器を作製して、1000 素子規模のアレイが実現可能であることを報告した [2]。

今回、3 次元構造 STJ 素子 (以後 3D-STJ) と SC-XAFS に搭載している従来型の 2 次元平面上に配置した STJ 素子 (以後 2D-STJ) の特性比較を行った。3D-STJ と 2D-STJ の構造は Nb/Al/AlOx/Al/Nb であり、AlOx 層作製時の酸化条件はともに $9 \text{ Torr}\cdot\text{h}$ である。両素子の 310 mK での電流電圧特性を図 1 に示す。両素子のサブギャップ電圧は 0.4 mV であり、 0.4 mV 付近にバイアスしたときのリーク電流はともに約 1 nA であった。この結果から 3 次元構造化でも、検出器としての動作に必要な数 nA の低リーク電流を達成できることがわかった。

次に、C-K α 線 (277 eV) に対する検出器応答を評価した。両素子の電荷敏感型プリアンプからの出力信号を図 2 に示す。両素子の信号波形を比較したところ、3D-STJ の波高値は、2D-STJ に比べ約 $1/3$ と小さな値であった。エネルギー分解能は、3D-STJ が 31 eV 、2D-STJ が 12 eV であった。出力パルスの平均立ち上がり時間(20 %-80 %)は、3D-STJ が $0.68 \mu\text{s}$ となり 2D-STJ の $2.7 \mu\text{s}$ に対して約 $1/4$ と短くなっていた。3D-STJ での波高値及び立ち上がり時間の低下は、3D-STJ 中の準粒子の寿命が、2D-STJ に比べ、短くなった影響だと考えられる。これは、フォノンの散逸に差があると考えられる。

参考文献 [1] M. Ohkubo, *et al.*, Scientific Reports, **2**, 831 (2012) [2] 藤井剛 他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 11-029 (2014)

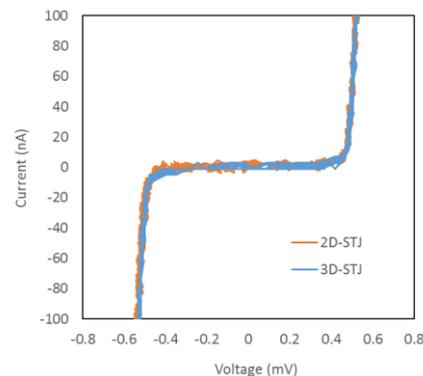


図 1. 電流電圧特性

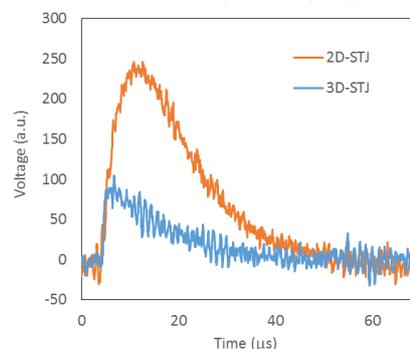


図 2. プリアンプ出力信号