

1024 素子超伝導トンネル接合アレイ検出器

1024-pixel superconducting-tunnel-junction array detectors

産総研 ○藤井 剛, 浮辺 雅宏, 大久保 雅隆

AIST ○Go Fujii, Masahiro Ukibe, 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 X 線検出器を搭載した X 線吸収微細構造 (XAFS) 分析装置(SC-XAFS)を開発し、シリコンドリフト検出器 (SDD) などの半導体検出器では分析が困難な次世代機能性材料 (ワイドバンド半導体、高機能構造材等) に数 100 ppm 程度含まれる微量軽元素ドーパントの分析を進めている。すでに SC-XAFS を用いて、SiC や耐熱鋼中の窒素ドーパント (300 ppm) の蛍光収量 XAFS 測定を実施した[1,2]。微量軽元素の検出限界の向上や分析の高スループット化には、検出器の有感面積の拡大が必要である。STJ 1 素子当りの面積拡大はエネルギー分解能の低下を招くため、高エネルギー分解能を維持しつつ有感面積を拡大するには、アレイ数の増大により面積拡大を達成する必要がある。しかし、配線と STJ を 2 次元平面上に配置する従来構造 (2 次元構造) のままでは、我々の SC-XAFS が搭載できる最大チップサイズ (10 mm 角) 内に、600 個程度の STJ 素子しか配置することが出来ない。そのため、現在の 10 倍以上の有感面積となる STJ アレイ検出器を目指し、1000 個を超える STJ 素子を高密度に配置可能な 3 次元構造を実現する作製プロセスを開発している。同プロセスでは、配線は SiO₂ 中に埋め込まれ、その上に STJ 素子を配置するため、最大 3000 個の STJ 素子を 10 mm 角内に配置することが可能である。既に、同プロセスの検証を目的として作製した 100 素子 STJ アレイで、2 次元構造 STJ アレイと同等の歩留まり (電圧 0.4 mV でのリーク電流が 50 nA 以下の素子の割合) 約 90 %及び、炭素 K α 線 (277 eV) に対する平均エネルギー分解能 12 eV を実現した [3]。そこで今回、確立した 3 次元構造用作製プロセスを用いて 1024 素子 STJ アレイ検出器を開発した。

作製した 1024 素子 STJ アレイの顕微鏡画像を図 1 に示す。本アレイは、26 または 27 素子の STJ が直列に接続された直列接続 STJ (series-STJ) 36 組、単素子 STJ (single-STJ) 64 個で構成されている。歩留まりは全ての STJ、エネルギー分解能は single-STJ のみを用いて評価したところ、歩留まり 93.6 %、炭素 K α 線に対する平均エネルギー分解能 12.6 $\pm$ 1.1 eV を得た。この結果は、本 STJ アレイ検出器が、SDD に比べ同等の有感面積 (約 9 mm²) 及び、4 倍以上の高エネルギー分解能を同時に実現していることを示している。

参考文献 [1] M. Ohkubo, *et al.*, Scientific Reports, **2**, 831 (2012). [2] 応用物理学会 2015 年秋季年会, 16a-2W-9 (2015). [3] G. Fujii, *et al.*, J. Low Temp. Phys (2015).

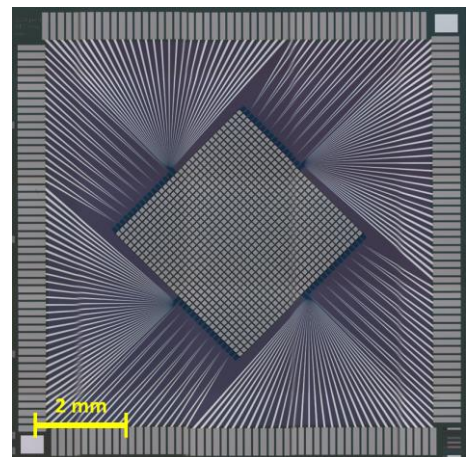


図 1. 作製した STJ の顕微鏡画像