

新規素子構造による超伝導トンネル接合 X 線検出器の エネルギー分解能向上

X-ray energy resolution improvement of superconducting tunnel junctions by new layer
structures

産総研¹ ○浮辺 雅宏¹、藤井 剛¹、志岐 成友¹、大久保雅隆¹

AIST¹ ○Masahiro Ukibe¹, Go Fujii¹, Shigetomo Shiki¹, Masataka Ohkubo¹

E-mail: ukibe-m@aist.go.jp

背景: 超伝導トンネル接合 (STJ) 検出器は、高性能エネルギー分散型検出器として放射光施設などにおける X 線分析に応用されている。我々の 100 素子 Nb/Al STJ アレイ検出器は、アレイ検出器器全体で 14 ± 2.8 eV@O-K α (525 eV) という高エネルギー分解能を達成し、半導体検出器では不可能な微量軽元素の X 線吸収分光 (XAFS) 測定を実現した。¹⁾ しかし、現在のエネルギー分解能では、放射光からのプローブ X 線の散乱成分除去が難しいため、数十 ppm レベルの極微量軽元素に対する XAFS 測定の実施は困難である。プローブ X 線と蛍光 X 線の分離が可能な高エネルギー分解能の実現には、X 線光子吸収により発生する準粒子を効率よく信号として取り出す必要がある。準粒子の高効率取り出しには、準粒子トンネル確率向上及び準粒子再結合の抑制が有効であると考えられるため、まずトンネル確率の向上を目的として、オゾンガスをを用いた高品質トンネル層の実現による臨界電流密度 (J_c) の向上を試み、 J_c が約 900 A/cm² で漏れ電流 (I_L) が 30 nA@0.3 mV という STJ 検出器を作製し、高エネルギー分解能 (10 eV@C-K α) を実現した。²⁾ 一方、Nb/Al STJ 検出器では、準粒子は X 線を主に吸収する Nb 層で発生、その後 Al 層に拡散するため、Nb 層中での準粒子密度低減による再結合抑制が有効である。そこで、準粒子密度を決める Nb 層の厚さを変えた 2 種類の Nb/Al STJ 検出器を作製し、0.3K にて X 線検出特性を評価した。

実験: Nb/Al STJ は、Nb-Al (70 nm) / Al_{10x} / Al (70 nm)

- Nb 多層膜からなり、上下 Nb 層の厚さを、それぞれ 100/100、300/300nm とした。1 素子のサイズは 100 μ m 角である。軟 X 線源を用いて、2 種類の STJ に炭素 (C) と酸素 (O) の K α 線を照射した。X 線信号の立ち上がり時間は、Nb 層厚 300nm の STJ が 15 μ s、100 nm の STJ では 1 μ s と大きく異なっていた。これは、厚い Nb 層により準粒子再結合が抑制され、準粒子寿命が長くなり、STJ からの全信号電荷量が大きくなったためであると考えられる。300nm 厚の Nb 層の STJ で得られた軟 X 線スペクトルを図 1 に示す。8.4 eV@O-K α というこれまでで最高のエネルギー分解能を実現した。

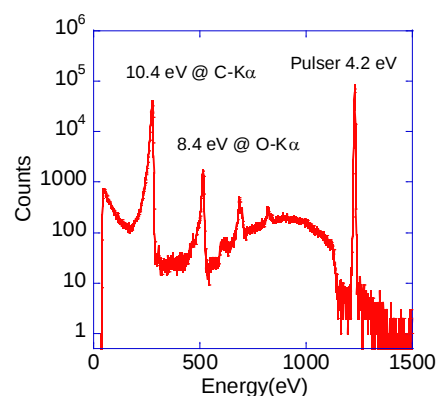


図 1. X 線スペクトル

1) M. Ohkubo, *et al.*, IEEE Trans. Appl. Super. **24**, 2400208 (2014).

2) M. Ukibe, *et al.*, Chin. Phys. B, to be published.