

## 素子構造材料最適化に関する研究

### Optimization of Superconducting Tunnel Junctions for X-ray detector

高田 進\*、菊地 克弥、飯塚 武志、明連 広昭  
Susumu Takada, Katsuya Kikuchi, Takeshi Iizuka and Hiroaki Myoren

埼玉大学 工学部電気電子システム工学科  
Department of Electrical and Electric Systems, Faculty of Engineering, Saitama University

この研究は理化学研究所からの受託研究に基づいて行われた。超伝導トンネル素子(STJ)は、超伝導体を持つ meV オーダーのエネルギーギャップをもつためにエネルギー分解能の高いエネルギー分散型フォトン検出器として期待されている。本研究では、より高性能な STJ 検出器を目指して素子の 2 次元形状および 3 次元形状と素子材料の最適化に関する研究を行っている。

STJ をフォトン検出器として使用するためには外部から磁場をジョセフソン接合に印加してジョセフソン電流を抑制しなければならない。より小さな磁場で効率よくジョセフソン電流を抑制できる形状を用いれば実用性の高い STJ が実現できる。われわれは、STJ の 2 次元形状が磁場に対するジョセフソン臨界電流の変化とフーリエ変換の関係にあることに着目して、正規分布関数により記述される形状が実際の STJ の 2 次元形状に適用できることを詳細に検討した。その結果 1 $\mu$ m のメッシュで近似した形状においても 0.5mT 以上の磁場を印加すればジョセフソン電流をゼロ磁場の臨界電流の千分の一まで抑制できることを理論的に確認した。[1]

さらに、実際に正規分布形状をもつ STJ を臨界電流密度 50A/cm<sup>2</sup> の Nb/AlO<sub>x</sub>/Nb の標準的な作製プロセスを用いて作製し、液体ヘリウム温度と 0.3K において電流電圧特性を測定した。理論的に予測されたように、臨界電流の磁場依存性は 0.5mT 以上でほぼ抑制される特性を示した。[2] また、磁場印加時に現れるフィスケ共振ピークも 1mT 以上の磁場印加によりほぼ消失することが実験的に示された。[3] さらに Nb を電極とした正規分布形状 STJ に 5.9keV の X 線を照射する実験を行った。従来の STJ に比較して約 15 分の 1 の 2mT の磁場中で 50mV のピーク値を持つ X 線検出信号が得られた。さらに、5.9keV の X 線信号に対して 280eV のエネルギー分解能を持つ X 線スペクトルが得られた。

以上、本研究で得られた成果は以下の発表論文に示す通りである。

#### 発表論文

- [1] K.Kikuchi, H.Myoren, T.Iizuka and S.Takada, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.39 (2000) p.5828.
- [2] K.Kikuchi, H.Myoren, T.Iizuka and S.Takada, Appl. Phys. Lett., Vol.77 (2000) p.3660.
- [3] K.Kikuchi, H.Myoren, T.Iizuka and S.Takada, IEEE Trans.Appl.Supercond., Vol.11 (2001) p.855.

\*〒338-8570 さいたま市下大久保255 電話:048-858-3467 FAX:048-858-3473  
Email: stakada@super.ees.saitama-u.ac.jp