

埋め込み型 STJ フォトン検出器の作製と評価

Fabrication and characterization of embedded STJ photon detector

埼玉大院¹, 産総研² ○石塚 達雄¹, 田井野 徹¹, 戸塚 裕太¹, 成瀬 雅人¹,
青柳 昌宏², 明連 広昭¹

Graduate school of Saitama Univ.¹, AIST² ○T. Ishizuka¹, T. Taino¹, Y. Totsuka¹, M. Naruse¹,
M. Aoyagi², H. Myoren¹

E-mail: ishizuka@super.ees.saitama-u.ac.jp

1. まえがき

フォトン検出器は、医療・材料・天文など様々な分野で用いられ、より高度な観測、より詳細な測定を行うためには、検出器の性能向上が不可欠である。しかし、現在実用化されているフォトン検出器のほとんどは半導体で構成され、半導体検出器では材料固有の性質上、今以上の性能向上は困難である。そこで、超伝導体を用いたフォトン検出器(Superconducting Tunnel Junction : STJ)が注目されている。

STJ は入射フォトンに応じたスペクトルピークを形成し、そのピークから入射フォトンのエネルギー同定が可能である。しかし、入射したフォトンが検出部である STJ 以外の部分、例えば基板や層間絶縁膜に吸収された場合、格子振動によってフォノンを生成する。高感度な STJ はフォノンも信号として検出し、低エネルギー領域にフォノンスペクトルを形成する。このフォノンスペクトルは入射フォトンのスペクトルが重なりノイズとなる。¹⁾ また、フォトン入射による信号は、配線を通じて出力される。そのため、アレイ化の際には配線分の隙間を空け STJ を配置する必要がある。この配線の隙間はフォトン不感面積となりアレイ数に比例して増加する。

我々は、これらの課題を解決できる、埋め込み型 STJ フォトン検出器を提案する。提案する STJ は Si 基板に埋め込まれた構造からなる。本研究では、この埋め込み型 STJ の作製方法とその特性について報告する。

2. 埋め込み型 STJ について

図 1 に、提案する基板埋め込み型 STJ フォトン検出器を示す。STJ は基板に埋め込まれており、配線層には貫通電極を用いる。STJ の上部電極上に、観測したいフォトンに対して高い吸収率の吸収層を堆積させることで帯域幅の拡大が期待でき、また不感面積を最小限にできる。さらに、極端紫外域では基板での直接吸収はなく、層間絶縁膜も使用していないため、フォノンイベントによるノイズは発生しない。

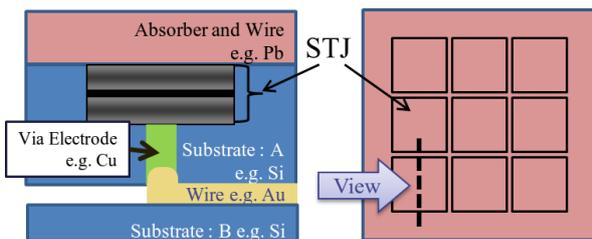


Fig.1 Cross Sectional view and Top view of the STJ

3. 実験及び考察

本研究では、Si 基板上に埋め込んだ STJ の電気的特性を観測するため、図 2 に示すような簡易埋め込み型 STJ と通常の STJ を作製し、電気的特性の比較を行った。

まず、Si 基板表面に、STJ を埋め込むための穴を形成した。その後、レジストを剥離せずに Nb(100 nm)/Al-AIO_x(20 nm)/Al(20 nm)/Nb(100 nm) を堆積した。ここで、トンネルバリアとして用いた Al の酸化条件は、室温で酸素圧 4000 Pa、酸化時間 100 分とした。

簡易埋め込み型および通常の方法で作製した 100 μm 角 STJ の液体ヘリウム温度 4.2 K における電流-電圧特性および測定されたパラメータを図 3 及び表 1 に示す。この結果より、STJ を基板内に埋め込んでも特性にほとんど影響がない事が分かった。詳細は講演当日に報告する。

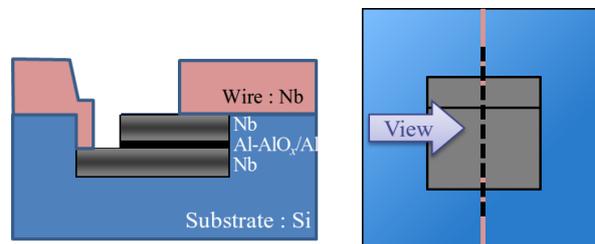


Fig.2 Structure of simple embedded STJ

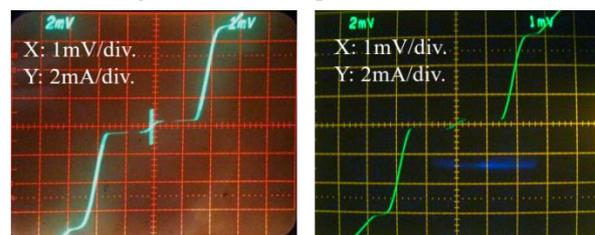


Fig.3 (a) Embedded STJ

Fig.3 (b) Normal STJ

Table.1 Current-voltage characteristic

	V_{gap} [mV]	I_c [mA]	J_c [A/cm ²]	$I_{sub@500\mu V}$ [μA]
Embedded	1.6	5.5	55.0	400
Normal	1.5	4.7	47.1	310

参考文献

- 1) P. Verhoeve, S. Kraft, N. Rando, A. Peacock, A. van Dordrecht, and R. den Hartog: IEEE Trans. Appl. Supercond. Vol.9 No.2 (1999) 3342