

# 超伝導バンプを用いた STJ 検出器のフリップチップ実装技術

Flip chip mounting technology of STJ detector using superconducting bump

埼玉大院<sup>1</sup>,産総研<sup>2</sup>・畠山 聡起<sup>1</sup>, 仲川 博<sup>2</sup>, 菊地 克弥<sup>2</sup>, 青柳 昌宏<sup>2</sup>,  
成瀬 雅人<sup>1</sup>, 明連 広昭<sup>1</sup>, 田井野 徹<sup>1</sup>

Graduate school of Saitama Univ.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>

°S. Hatakeyama<sup>1</sup>, H. Nakagawa<sup>2</sup>, K. Kikuchi<sup>2</sup>, M. Aoyagi<sup>2</sup>,

M. Naruse, H. Myoren<sup>1</sup>, and T. Taino<sup>1</sup>

E-mail : s.hatakeyama.587@ms.saitama-u.ac.jp

## 1. まえがき

我々は次世代の光子検出器として高エネルギー分解能、高帯域を特徴とする超伝導トンネル接合(Superconducting Tunnel Junction : STJ)に注目し、研究を行っている。検出光子の二次元イメージを得るためには、多数の STJ をアレイ化することが必要であるが、各 STJ からの信号配線スペースが増大するため、アレイの STJ 数が制限される課題を有している。この問題を解決する手法として、当研究室では 3 次元実装構造を有する埋め込み型 STJ (e-STJ) を提案している<sup>[1]</sup>。これまでに、STJ を基板内に埋め込む技術や検出器基板への貫通電極の作製などの研究を進めている。

本研究では、3 次元実装手法としてフリップチップ接続<sup>[2]</sup> (FCB) に着目し、STJ の超伝導配線接続方法の確立・STJ の高密度集積化を目的として、STJ アレイ・Pb/In 合金バンプの作製と極低温環境下における電気的特性評価を行った。

## 2. STJ 検出器チップと配線基板の FCB

今回作製したサンプルの構造図を図 1 に示す。同図において、配線基板(図 1 中の substrate)として用いる Si 基板表面に、Nb 配線層、Ti/Au 層、Pb/In 合金バンプ を 4.6  $\mu\text{m}$  を堆積した。配線基板内の総バンプ数はダミーバンプも合わせて 396 個とした。また、検出器チップ(図 1 中の chip)には 16 個の STJ が配置してある。この STJ は、FCB を行う前にも、その電気的特性が観測できるように設計した。

ここで FCB の条件は、温度 : 80  $^{\circ}\text{C}$ 、加重 : 297N、時間 : 30 秒、の熱圧着法とした。

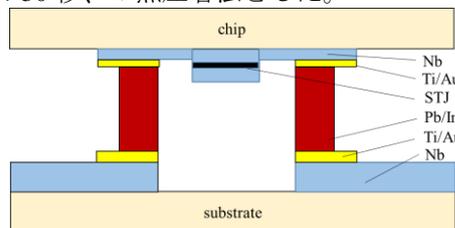


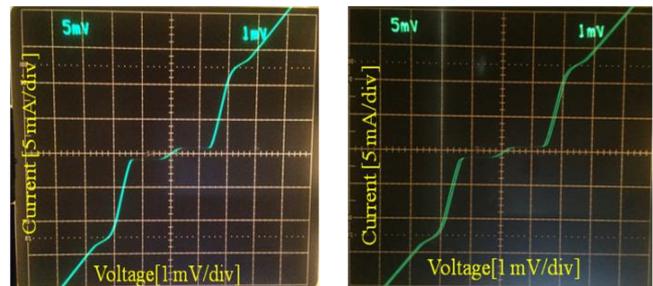
Fig.1 Cross-sectional view of the sample

## 3. FCB 前後での STJ の I-V 特性

まず検出器チップに STJ を作製し、4.2 K における I-V 特性を観測した(図 2-a)。その後、配線基板を作製した。検出器チップと配線基板とを、前述の条件で FCB を行った後、4.2 K における I-V 特性

を観測し(図 2-b)、FCB 前後での特性の比較を行った。

同図より FCB 前後で、特性の劣化が見られないことがわかった。これより、STJ 検出チップと配線基板の 3 次元実装に Pb/In 合金バンプを用いた接続が有効であることがわかった。



(a) Before FCB

(b) after FCB

Fig.2 I-V characteristics of STJ before and after FCB

## 4. まとめ

埋め込み型 STJ を用いた 3 次元実装構造に向け、フリップチップ実装した STJ を作製し、実装前後において STJ の特性に変化がないことを確認し、Pb/In 合金バンプを用いた超伝導接続の有効性を検証した。

## 謝辞

本研究において、御指導、御助言を頂いた、根本俊介氏 (ルネサス セミコンダクタ パッケージ& テスト ソリューションズ) に感謝致します。また、極低温測定環境を提供して下さった理化学研究所 THz イメージング研究チームに御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 石塚他、第 74 回応用物理学会学術講演会、17p-C10-20 (2013)
- [2] 青柳他、超伝導集積回路用狭間隔フリップチップ実装技術、30p-ZH-2 (1999).
- [3] 畠山他、第 77 回応用物理学会学術講演会、14p-D61-20 (2016)