# STJ アレイ検出器用テーパー型超伝導 TSV の作製と評価

**Fabrication and evaluation of tapered superconducting TSV for STJ array detector**

埼玉大院 [1]，産総研 [2]，理研 [3]　○石塚　亮 [1]，青柳　昌宏 [2]，美馬　覚 [3]，
大谷　知行 [3]，成瀬　雅人 [1]，明連　広昭 [1]，田井野　徹 [1]
Saitama Univ. [1], AIST [2], RIKEN [3]　°R. Ishizuka [1], M. Aoyagi [2], S. Mima [3],
C. Otani [3], M. Naruse [1], H. Myoren [1], and T. Taino [1]
E-mail: r.ishizuka.491@ms.saitama-u.ac.jp

## 1. まえがき

Si 貫通電極(Through Si Via : TSV)は、3 次元集積回路の電気的配線として用いられ、半導体集積回路の集積化、高速化を実現できる技術である。近年、研究開発が盛んな超伝導量子回路においても、次世代コンピュータへの利用には集積度向上が必要であり、TSV は不可欠な要素技術となっている。

我々はこれまで、3 次元実装構造を有する超伝導トンネル接合素子(Superconducting Tunnel Junction : STJ)の研究を行っている[1]。STJ をフォトン検出器として用いる場合、検出面積拡大のためにアレイ化が必要だが、TSV の利用により効率的な集積化が期待できる。本研究では、TSV の電極形成法として銅などのメッキ法ではなく、スパッタ法による超伝導材料の TSV 形成を目指している。これまで、テーパー型超伝導 TSV を有した STJ を作製し、その電流電圧(*I-V*)特性取得に成功したが、TSV の低い歩留まりが問題であった。そこで今回、作製した TSV や電極部の状態を観察し、作製法を改善して超伝導 TSV の歩留まり向上を試みた。

## 2. テーパー型超伝導 TSV の作製方法

我々が提案するテーパー型超伝導 TSV は、ボッシュプロセスによるエッチングと同プロセス内の等方性プロセスとを融合してテーパー形状の貫通孔を作製し、そこに超伝導材料を堆積して電極を形成した(図 1)。作製では、グレースケール露光でテーパー化したレジスト形状のバラツキを小さくし、TSV のエッチングにかかる時間の変動を抑えることで改善を図った。

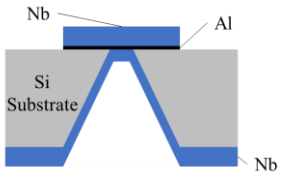


Fig.1 Schematic of fabricated tapered superconducting TSV

## 3. テーパー型超伝導 TSV の通電評価

10 mm 角の Si チップ上にこの TSV を 20 個作製して、液体 He 温度 4.2 K で *I-V* 特性を測定し、超伝導電流の有無で通電評価を行った。その結果、歩留まりは、10% から 75 %に向上し、それらすべての TSV に対し最大電流値 44 mA 以上を確認した。このことから STJ の臨界電流 $I_c$ 以上の電流値を確認でき、この TSV を用いて STJ 検出器の構築が可能であることを確認できた。

## 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.

© 2020年 応用物理学会