

# In/Nb バンプを用いた常温接合に関する研究について

## Room temperature bonding with In/Nb bumps

埼玉大学<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup> ○(M1)石山 照瑛<sup>1,2</sup>, 藤野 真久<sup>2</sup>, 仲川 博<sup>2</sup>, 荒賀 佑樹<sup>2</sup>,

菊地 克弥<sup>2</sup>, 田井野 徹<sup>2</sup>,

Saitama Univ.<sup>1</sup>, AIST.<sup>2</sup>, °S. Ishiyama<sup>1,2</sup>, M. Fujino<sup>2</sup>, H. Nakagawa<sup>2</sup>, Y. Araga<sup>2</sup>,

K. Kikuchi<sup>2</sup>, and T. Taino<sup>1</sup>

E-mail: s.ishiyama.793@ms.saitama-u.ac.jp

**背景:** 近年、高感度センサや量子ビットなどの超伝導デバイスが注目を集めている。これら超伝導デバイスはアレイ化により性能の向上が可能で、そのアレイ化手法として三次元実装構造を有するデバイス技術について精力的に研究が行われている。三次元実装方法の一つ、フリップチップ実装は、超伝導デバイスが集約された基板と、配線が集約された基板を対面させ、電極間をバンプと呼ばれる微小な垂直配線によって直接接触させ接合する方法である。一般的にフリップチップ実装は、熱圧着によって接合されるが、超伝導デバイスは熱に弱い。そこで本研究では、表面活性化接合(Surface Activated Bonding: SAB)[1]を用いた接合に着目した。SAB は常温で接合が可能であり、また同種の物質だけでなく、異種材料同士の直接接合も可能である。これまでに、SAB による 200  $\mu\text{m}$  径の Nb バンプの直接接合に成功している[2]。しかし、チップ内のバンプの高さのばらつきなどが原因で、一部の箇所では接合が不十分であった。そこで本研究では、高さばらつきを解消する手法として In に着目し、Nb と In/Nb バンプの直接接合を目的とした。

**実験:** まず 12 mm 角の下側チップと 10 mm 角の上側チップを用意し、50  $\mu\text{m}$  径のバンプを 2809 個配置した。下側チップのバンプには Nb の単層、上側チップには Nb の単層の上に In が蒸着されている。高真空環境下で Ar ガス 0.14 Pa の条件で 5 分 FAB を照射した後、3000 N の加圧を 5 分行った。接合後の素子は 4K 冷凍機を用いて、超伝導転移温度( $T_c$ )と極低温下での電流電圧( $I$ - $V$ )特性を測定した。

**結果:** 図 1 に SAB による直接接合後の  $R$ - $T$  特性を示す。同図において、全バンプを介したデイジーチェーン (バンプ数 2809 個) の超伝導特性が得られて、 $T_c$  は約 9.05 K であった。また  $I$ - $V$  特性では、サンプル中央のデイジーチェーンにおいて 27 mA 以上の超伝導電流が確認されたが、サンプル左端および右端のデイジーチェーンでは、それぞれ 1 mA、0.5 mA の臨界電流が確認された。これは、左端、右端のチェーンで接合不良があることを示唆している。詳細は発表当日に報告する

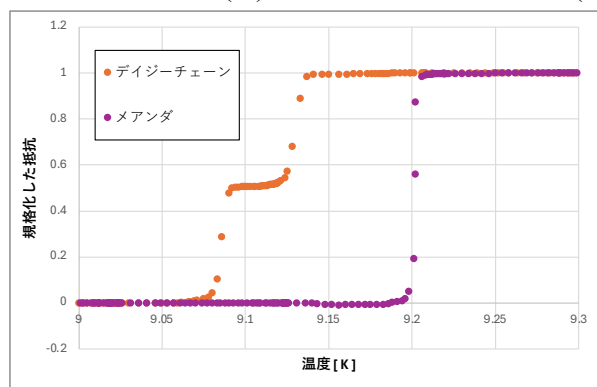


図 1 超伝導転移温度付近の立ち上がりの比較

チェーンでは、それぞれ 1 mA、0.5 mA の臨界電流が確認された。これは、左端、右端のチェーンで接合不良があることを示唆している。詳細は発表当日に報告する

[1] T. Suga, et. al., Acta metal. Mater., Vol.40, Suppl., pp.S133-S137, 1992.

[2] M. Fujino et. al., J. Appl. Phys., 133, 2023.