

課題番号 : F-14-NM-0087
 利用形態 : 技術補助
 利用課題名 (日本語) : InAs 量子ナノ構造-超電導デバイスの室温測定による評価
 Program Title (English) : Quality estimations of superconducting devices with self-assembled InAs quantum structures by room temperature measurements
 利用者名(日本語) : 神戸 智樹
 Username (English) : Tomoki Kambe
 所属名(日本語) : 東京理科大学 理学部 応用物理学科
 Affiliation (English) : Department of Applied Physics, Faculty of Science, Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary)

我々のデバイスは自己形成 InAs 量子ドットもしくはリングに電子ビーム描画装置を用いて超伝導電極を接続し作製されるが、接合部分はわずか数 nm の描画のずれや酸化膜の状態によって輸送特性は大きく異なる。そして極低温で輸送測定をすることで初めて超伝導電流などのデバイスとしての評価を行うことができる。本研究では超伝導体/自己形成 InAs 量子ナノ構造/超伝導体接合の試料を作製し、室温と極低温での輸送特性の関連性を調査することで試料作製効率を向上させる。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ ワイヤーボンダー装置
- ・ 室温プローブシステム装置

【実験方法】

基板の上に作成された約 100 nm の自己形成 InAs リングに対し電子ビーム描画装置などで Al 配線を行い、測定試料を作製した。

室温プローブシステムを用いて試料の電流電圧特性を測定した。その後、冷凍機を用いて 40 mK まで冷却し、再びプローブシステムを用いて電流電圧特性、抵抗電圧特性を測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

測定には作製条件が同じ、16 個の試料を用いた。Fig.1 に常温抵抗 $R_n(300K)$ と低温での常伝導抵抗 $R_n(40mK)$ の関係を示す。常温抵抗が高い試料ほど低温での抵抗も高いという結果が出た。緑色の点で示される試料については、測定器具の関係で十分な電圧の範囲で測定できなかったため低温での抵抗が低く出ていると考えられる。

Fig.2 に $R_n(300K)$ と超伝導臨界電流の関係を示す。超伝導電流が流れる試料は常温において抵抗値が 1.03 k Ω 以下に集中していたことが分かる。低温で超伝導を示さなかった試料は常温では抵抗が高く、意図した場所に電流が流れていない可能性が考えられる。

以上より、常温での抵抗値が 0.1~1.03 k Ω の試料においては低温において超伝導電流が観測され、超伝導接合として働くデバイスであることが確認された。常温での抵抗値が 1.9~22 k Ω と高い試料において超伝導電流は確認されなかった。この原因として Al リードがうまくつながっていない、またはリング表面の酸化膜が厚かった可能性がある。これらは顕微鏡等では確認が困難なため常温で抵抗値を測定することが最も効率の良い試料の評価法であると考えられる。

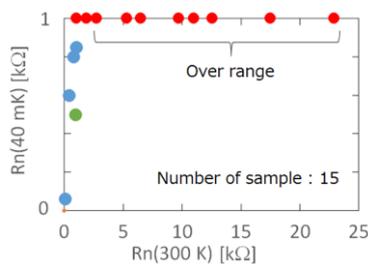


Fig.1 Plots of $R_n(300K)$ and $R_n(40mK)$

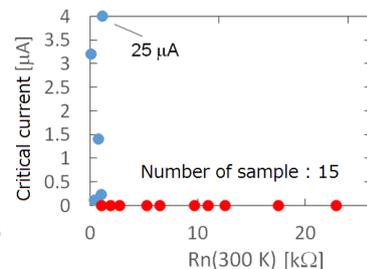


Fig.2 Plots of $R_n(300K)$ and critical current

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

H. Ito *et al*, SP-22 MANA International Symposium 2015, Epochal Tsukuba, Japan Mar. 11-13, 2015 予定

6. 関連特許 (Patent)

なし