

課題番号 : F-17-KT-0080
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 高温超伝導体の微細構造を用いた新規物性研究
Program Title(English) : Study on physical properties with fine structure of high- T_c superconductor
利用者名(日本語) : 掛谷一弘, 岡本陸
Username(English) : I. Kakeya, R. Okamoto
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
Affiliation(English) : Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、集束イオンビーム加工、高温超伝導体、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$

1. 概要(Summary)

銅酸化物高温超伝導体である $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ($\text{Bi}2212$) は転移温度が高く、テラヘルツ発振[1]などが観測されているが、高温超伝導発現機構は未解明である。 $\text{Bi}2212$ は超伝導体と絶縁体が交互に積み重なった結晶構造(固有ジョセフソン接合)をしており、この層に垂直な I - V 特性から $\text{Bi}2212$ の電子の状態密度を測定することができる。これにより超伝導状態での $\text{Bi}2212$ の電子の状態を測定することができる[2]。

I - V 特性を得るときは試料が発熱してしまい測定結果に影響を与えてしまう。そこで本研究では、電流による試料の発熱を抑えるために、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用してサブミクロンの精度で $\text{Bi}2212$ をクランク構造に微細加工した。高温超伝導体において観測される本質的な物性を観測することにより、高温超伝導発現機構の解明やデバイスとしての応用を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

集束イオンビーム/走査電子顕微鏡(FIB装置)

【実験方法】

薄くへき開した $\text{Bi}2212$ をエポキシ樹脂でサファイア基板に張り付け、熱硬化銀ペースト(EPO-TEK H20E)を配線した。

その後にナノハブで収束イオンビーム装置を用い、基板に垂直にビームを照射して幅 $2\ \mu\text{m}$ のブリッジ状に成形した。まず幅 $10\ \mu\text{m}$ 程度になるように、 $45\ \text{nA}$ のイオン電流を用いて荒く削り、 $1.5\ \text{nA}$ で幅 $2\ \mu\text{m}$ にした。その試料をチャンバーから取り出し、 90 度回転させてブリッジ側面の2か所を削って $2 \times 2\ \mu\text{m}^2$ の断面積について c 軸方向に電流が流れるようにクランク構造に加工した。このとき $300\ \text{pA}$ のイオン電流をもちいた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

FIB装置での加工によりクランク構造に加工することができた(Fig. 1)。この試料の I - V 特性を測定したところ、このクランク構造によって固有ジョセフソン接合を測定できていることが確認できた。また測定部に含まれている固有ジョセフソン接合の数が $50 \sim 60$ 層程度と比較的大きいことが分かったが、層数は正確に分からなかった。層数が大きいと発熱も大きくなると考えられ、また層数が正確に分からないため固有ジョセフソン接合1層当たりの I - V 特性を得ることができない。そのため本研究では電子の状態密度を得ることができなかった。この結果より、クランク構造に含まれる固有接合の数をさらに減らし、薄くする必要があることが分かった。

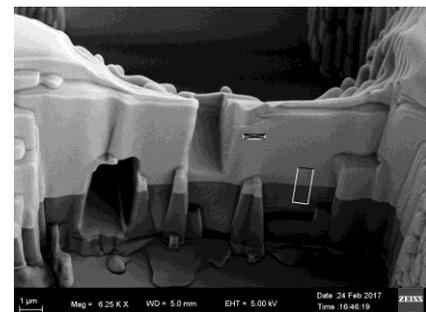


Fig. 1 The image of crank structure $\text{Bi}2212$.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] L. Ozyuzer, et al., Science, **318**, (2007) 1291.
- [2] M. Suzuki et al., Phys. Rev. Lett **81** 1251 (1998)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。