

高温超伝導膜への Ga-FIB 照射によるナノブリッジ作製の検討

Study on fabrication of HTS nano-bridges by Ga-FIB

豊橋技科大, °上田 哲平, 林 幹二, 有吉 誠一郎, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol., °T. Ueda, K. Hayashi, S. Ariyoshi, S. Tanaka

E-mail: tanakas@ens.tut.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導 SQUID では、結晶粒界を用いたバイクリスタル型ジョセフソン接合 (JJ) が一般的に用いられている。しかし、バイクリスタル型 JJ の特性はノイズが比較的大きい。また、JJ が粒界上にのみ作製可能であるため、設計自由度や配置個数が制限されること、作製に用いるバイクリスタル基板が高価であることなどが課題としてあげられる。そこで低ノイズ SQUID 作製法として、Ga-FIB 照射による欠陥生成を応用したナノブリッジ作製技術を検討している。

Ga-FIB 照射によるナノブリッジ作製では、フォーカスや位置合わせ時に観察領域 (FOV) 全体の超伝導層に欠陥が生じるため、照射量や照射範囲の制御が困難となる。そこで、超伝導層上に保護層として Au を積層し、低加速電圧で調整、高加速電圧でパターン照射を行うことで、過剰な欠陥生成を防止する手法を検討している。本研究では、Ga-FIB 照射による超伝導特性の変化を測定することで、Au 保護層の効果を評価した。

2. 実験方法

パルスレーザー蒸着 (PLD) 法で MgO 基板上に YBCO 薄膜を成膜した。その後、保護層として Au を超伝導薄膜上に PLD 法で積層した。パターンニング後、Ar イオンミリングにより超伝導マイクロチャネルを作製した。作製した超伝導マイクロチャネルに Ga-FIB 照射し、照射前後の V-I 特性の変化を評価することで、Au 保護層の効果を検討した。

3. 実験結果

YBCO 膜厚 100 nm、Au 膜厚 20 nm の超伝導

マイクロチャネルについて、液体窒素温度における Ga-FIB 照射前後の臨界電流密度比 (J_c/J_{c0}) の変化を Fig.1 に示す。加速電圧 30 kV では、 J_c/J_{c0} は照射量の増加に依存して低下し、照射量 1.0×10^{15} ions/cm² で零となった。一方で、加速電圧 5 kV では、 J_c/J_{c0} の大きな低下は確認されなかった。

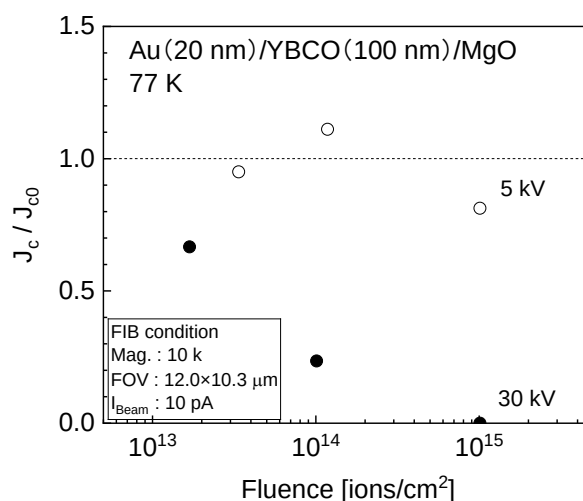


Fig.1 J_c の Ga-FIB 照射量依存性

4. まとめ

YBCO 膜厚 100 nm、Au 膜厚 20 nm の超伝導マイクロチャネルへの Ga-FIB 照射を行った結果、加速電圧 30 kV において臨界電流密度比は、照射量の増加に従い低下し、 1.0×10^{15} ions/cm² で超伝導特性を失った。一方で、加速電圧 5 kV では臨界電流密度比の低下は小さくなり、Au 保護層による欠陥生成の抑制を確認することができた。今後、超伝導マイクロチャネルに対して、Ga-FIB によるパターン照射を行い、非超伝導領域を形成することでナノブリッジの作製を行う。また、ドーズ量やナノブリッジ幅の条件を変化させ、ナノブリッジの超伝導特性を評価する。