

EIIIRISプロジェクト研究計画書(2020年度)

系・センター名 EIIIRIS

氏 名 田中 三郎

新規 継続

研究課題	高温超伝導薄膜へのGa-FIB照射によるジョセフソン接合作製		
研究目的	<p>(EIIIRIS・VBLの研究テーマとの関連、および施設・設備使用目的を明らかに)</p> <p>EIIIRIS 2F 共同研究室5室のFIB:nanoDUET NB5000を用いて、高精度Ga-FIB照射による高温超伝導薄膜(YBCO)のパターニングを行い、特殊基板を必要としないプレーナー型の低ノイズジョセフソン接合(以下JJ)作製技術の確立を目的とする。本研究では、高精度Ga-FIB照射を用いて超伝導マイクロチャネルに欠陥を導入することでJJの作製を行う。本手法は、薄膜上の任意の位置にJJ作製が可能であり、照射条件を変えることでJJ特性を制御できる。本研究が完成した場合、高温超伝導ナノブリッジJJやSN'S-JJの作製手法を革新し、高温超伝導SQUID(Superconducting Quantum Interference Device)の機能・性能を向上できると期待される。また、高温超伝導体以外の欠陥生成に敏感な材料のGa-FIB加工についても応用できると考えられる。</p>		
研究計画及び方法	<p>(過去の経過、研究準備状況等)</p> <p>PLD(Pulse Laser Deposition)成膜およびフォトリソグラフィー法により8chマイクロチャネルのTest Element Group(TEG)を作製した。マイクロチャネルをGa-FIBによりパターニングすることでナノブリッジJJを作製し、その照射量による超伝導特性の変化を観測した。常伝導化範囲や抵抗率変化等の指標を得るため、Ga-FIB照射効果のモデル化を行った。SIM観察時に超伝導層に欠陥が生じるのを防ぐため、加速電圧の変更によりSIM観察と欠陥導入の切り替えを行う金保護層効果の検討を行った。また、接合作製してシャピロステップの観測に成功した。</p> <p>(今後の研究計画及び方法、利用希望設備など、EIIIRIS教員と打合せている場合はその状況)</p> <p>超伝導マイクロチャネルにGa-FIB照射することでナノブリッジJJおよびSN'S-JJを作製し、照射条件による特性変化の明確化と最適化を行い、Ga-FIB照射以外の手法で作製したJJ(粒界型接合等)との比較を行う。また、Ga-FIB照射を用いたナノパターンによるノイズ対策を行う。Ga-FIB照射の際、高性能・高分解能のFIB装置を必要とするため、EIIIRIS 2F 共同研究室5室 FIB:nanoDUET NB5000の利用を希望する。</p>		
EIIIRIS・VBL内で研究プロジェクトを行う理由	<p>本提案研究に必要とされるFIBの仕様は分解能(ライン幅)5nm、加速電圧1~40kVであり、学内で本仕様を満たす機器は、EIIIRIS の日立nanoDUET NB5000のみである。従来、使用していた教育研究基盤センターの米国Quanta 3Dは分解能10nm、加速電圧5~30kVであり、低加速電圧での描画ができなかった。そのため、超伝導マイクロチャネルへのGa-FIB照射による欠陥導入においてドーズ量の制御が困難であった。Ga-FIBイオン照射によるパターニングでは、イオンの到達範囲は加速電圧により変化するため、加速電圧の出力可能レンジが広い方が好ましい。また、超伝導マイクロチャネルに欠陥導入するにあたり、微細な加工を必要とするため、高精度・高分解能で照射する必要がある。この点において、NB5000は十分なスペックを有しており、高性能・高分解能なFIBの使用を前提とする本研究に必要な装置である。</p>		
研究組織	研究者氏名	所属・職名	役割分担
	(研究代表者名の後ろに◎を付す) ・田中 三郎 ◎ ・林 幹二 ・大谷 涼	EIIIRIS 教授/副学長 環境・生命工学系 博士2年 環境・生命工学系 修士1年	指導監督 実験担当 実験担当
<p>研究期間: 2018年 5月 ~ 2021年 3月(原則として3年間)</p> <p>(研究期間の始期は、研究を開始した年を記入する。終期は原則として、開始した年から3年後を記入する。)</p>			

