

IRES²プロジェクト研究計画書(2024 年度)

系・センター名 IRES²

氏 名 有吉 誠一郎

☐新規 ☒継続

研究課題	超伝導体が拓く走査プローブ顕微技術の新展開		
研究目的	(IRES²・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) 本研究計画では、超伝導体を用いた走査プローブ顕微鏡に関する以下 2 種の課題を進める。 まず、走査トンネル顕微鏡 (STM) の新機能創出を目的として、従来の常伝導プローブに換わり、高温超伝導体 (YBCO) を用いたプローブを創製する。具体的には、IRES² の収束 Ga イオンビーム装置を駆使して、高温超伝導バルクから切り出した角棒を探針に加工する。本研究の超伝導プローブが実現すれば、超伝導 (S) 試料表面との距離をナノレベルで隔てることにより、真空 (I) をバリアとした初の高温超伝導 S-I-S 接合の実現となり、超伝導物理の新たな学理探求に繋がると期待される。 一方、ソフトマテリアルの基礎物性分野に新たな分析手法を提案し確立すべく、テラヘルツ光帯で動作する近接場顕微鏡技術 (テラヘルツ光ナノスコーピー) を創出する。具体的には、鋭く尖った金属探針を試料表面に近づけ、その局所から自然放出されたテラヘルツ光をフーリエ変換分光器で変調し、高感度の超伝導センサー (力学インダクタンス検出器、MKID) で検出するシステムを構築する。特に MKID の作製に際しては、従来の手動露光による描画ではなく、IRES²・VBL のマスクアライナー装置を用いた自動露光パターンニングにより、MKID アレイの均一化と高感度化が可能になると期待される。		
研究計画及び方法	(過去の経過、研究準備状況等) 1) <u>S. Ariyoshi</u>, A. Ebata, B. Ohnishi, S. Ohnishi, T. Kanada, K. Hayashi, Y. Miyato, S. Tanaka, and N. Hiroshiba, "Fabrication and Evaluation of YBa₂Cu₃O_{7-δ} Probe for Scanning Probe Microscopy", <i>IEEE Transactions on Applied Superconductivity</i>, 33(5), p.7200104 (2023). 2) S. Ohnishi, A. Ebata, B. Ohnishi, H. Tsuji, S. Tanaka, N. Hiroshiba, and <u>S. Ariyoshi</u>, "Broadband terahertz spectroscopy of enantiomeric poly(lactide)", <i>Japanese Journal of Applied Physics</i>, p.414488 (2023). 3) <u>S. Ariyoshi</u>, S. Ohnishi, H. Mikami, H. Tsuji, Y. Arakawa, S. Tanaka, and N. Hiroshiba, "Temperature dependent poly(l-lactide) crystallization investigated by Fourier transform terahertz spectroscopy", <i>Materials Advances</i>, 2, p.4630 (2021). 【雑誌カバーに選出】 4) <u>S. Ariyoshi</u>, H. Mikami, A. Ebata, S. Ohnishi, T. Hizawa, S. Tanaka, and K. Nakajima, "Design evaluation of microwave transmission properties of YBa₂Cu₃O₇ -based kinetic inductance detectors", <i>Materials Research Express</i>, 8, p.116001 (2021).		
	(今後の研究計画及び方法、利用希望設備など、IRES²教員と打合せている場合はその状況) 今現在、下記装置群および関連機器の利用を希望しております。 ・IRES² 2F (1) 収束 Ga イオンビーム装置 (NB5000) ・固体機能デバイス研究施設 (1) 自動マスクアライナー装置 (Micro Tec AG)		
IRES ² ・VBL 内で研究プロジェクトを行う理由	超伝導プローブ実現には角棒先端の尖鋭化が鍵となる。一方、申請者らが所有する G 棟クリーンルーム装置群 (Ar イオンミリング装置や手動マスクアライナー) ではパターン描画精度が比較的低く (分解能 ~ μm)、テラヘルツ光センサーの検出性能にばらつきが生じることが問題点として残されてきた。そこで、IRES ² ・VBL の高精細加工・パターンニング装置群 (収束 Ga イオンビーム装置や自動マスクアライナー) を利用することで、プローブやセンサー性能のさらなる向上が期待される。		
研究組織	研究者氏名	所属・職名	役割分担
	(研究代表者は氏名の後ろに◎を付す) 有吉 誠一郎 ◎ 田中 三郎 大学院生 2 名	IRES ² ・准教授 寄付講座・特定教授 4 系	研究統括、デバイスの作製と性能評価 デバイス作製に関する助言 デバイスの作製と性能評価
研究期間: 令和 4 年 4 月 ~ 令和 7 年 3 月 (原則として 3 年間)			
(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。)			