

所属・資格 物理学科・助教

申請者氏名 根間 裕史

研究課題		二酸化バナジウムのナノ細線で現れる金属絶縁体転移の研究
報告概要	研究目的 および 研究概要	室温近傍で金属絶縁体転移 (MIT) を示す二酸化バナジウム (VO ₂) は、不揮発性メモリ材料等として応用が期待される一方、基礎物性研究も盛んに継続されている。VO ₂ では、MIT が Mott-like か Peierls-like か等、現在も追求が続く基礎的課題があり、一層の実験的知見が求められている。近年は、近接場顕微鏡 (SNOM) を用いることで、薄膜や細線 VO ₂ で現れる金属ないし絶縁体相の微細な単一ドメインの光学特性を、光の回折限界をこえ、高精度で捉える実験が海外で進んでいる。しかし、こうした従来の SNOM 実験はすべて、試料に外部光を照射し応答を捉えるアクティブ型計測のみである。そこで、本研究では、光照射を避けた高感度なパッシブ型 SNOM によって、はじめて VO ₂ 細線の特性を捉える試みをする。これにより、高強度の照射光に埋もれるため従来研究のアクティブ型では計測不可能な、VO ₂ 自身の有する熱揺らぎや電流揺らぎ由来のテラヘルツ領域のエバネッセント波の実測を狙う。
	研究の結果	VO ₂ 細線のパッシブ型 SNOM 計測の実現のため、本年度は、下記(1)-(3)を推進できた。 (1)VO ₂ 細線の合成: Ar ガス流を用いた管状炉での気相輸送法により、シリコン基板上に VO ₂ 単結晶を細線状に合成することができた。得られた細線の光学顕微鏡像の温度依存性を調べ、既存研究で知られているような MIT に伴う像変化を確認することができた。転移温度付近では、単一の金属相および絶縁体相の擬一次元的に配列する様子を確認できた。 (2)細線の微細電極の加工と電気伝導特性の評価: フォトリソグラフィと金属の真空蒸着により、微細電極を作製できた。得られた電極付き細線のいくつかは導通があったので、電気伝導度の温度依存性を測定したところ、2-3 桁程度の伝導度の変化を 68°C 付近で観測できた。転移温度から判断して、VO ₂ 細線を問題なく得られたことが、電気伝導度からもわかった。 (3)近接場での予備測定: 作製した試料を、共同研究先のパッシブ型 SNOM に搭載した。SNOM 用の試料温度制御系を整備し、予備的な測定をはじめることができた。
	研究の考察・反省	試料合成では、基板上で自己形成される VO ₂ 細線の面密度を制御し、効率よく1本の細線に電極付けをできるようにしていく必要がある。そのために、温度勾配や Ar ガス流量、管状炉内での原料の VO ₂ 粉末や基板の位置などを調整し、合成条件の最適化を進める。試料電極の作製工程では、可能な限り多くの細線で導通が得られ、MIT を観測できるように、現状の問題点を明らかにし改善を試みる。近接場計測に関しては、今後、MIT が確認できる複数の試料で実験を進め、再現性のある結果の取得を目指す。また、VO ₂ で期待通りに計測が進まない場合に備え、パッシブ型 SNOM による計測対象として、VO ₂ 以外の物質での実験の可能性も探る。
研究発表	学会名 発表テーマ 年月日/場所	研究発表 14th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-14) THz Nano-thermometry of Vanadium Dioxide Microwires 2018年10月23日/仙台国際センター
研究成果物	テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	研究成果物 Near-Field Radiative Nanothermal Imaging of Nonuniform Joule Heating in Narrow Metal Wires Nano Letters 18巻7号 2018年6月7日
		※この欄は、本報告書提出時点で判明している事項についてご記入ください。