

所属・資格 物理学科・助教

申請者氏名 根間 裕史

研究課題		パッシブ型テラヘルツ近接場顕微計測による金属絶縁体転移の研究
報告の概要	研究目的 および 研究概要	<p>固体中の電流雑音（電流揺らぎ）の研究は、量子ホール状態でのエニオンの実在性の実証、スピン流揺らぎの観測等が、電気伝導度測定でなされている。最近では、電流揺らぎの空間分布をトンネル電流から得る走査型顕微計測が実現し、高温超伝導体で研究が進んでいる。しかし、(GHz より) 高周波の電流揺らぎは、従来の伝導度計測では実測が困難と考えられる。</p> <p>そこで本研究では、THz 域の電流揺らぎの分布を、回折限界を超えた精密スケールで可能にする、これまでにない原理のパッシブ型近接場顕微鏡 (SNoiM) に焦点を当て、固体物性研究の新技术としての可能性を開拓することを目指している。そのために、固体で起こる典型的な相転移の 1 つである、金属絶縁体転移 (MIT) に SNoiM の先駆的適用を図る。</p>
	研究の結果	<p>MIT を示す物質として、転移温度 (T_{MIT}) が室温近傍にある二酸化バナジウム (VO_2) を用いた計測を進めており、今回、次の 2 点で研究の進展があった。</p> <p>第一に、質の良い試料の量産をした。これまでは、細線状結晶を合成できていたが、電気抵抗率から MIT を確認できる質の良い試料は、ごく少数であった。気相輸送の管径を変える等の工夫によりサイズの大きな VO_2 細線結晶を作製でき、加えて、電極 Au の蒸着膜厚を増やす等の工夫によって昨年度より多くの試料で MIT を確認できた。</p> <p>第二に、良質試料で近接場領域の測定をできた。Au 表面で従来通り伝導電子由来の熱励起エバネッセント波が観測された。Au の近接場信号を捉えられる素性の良い (原子間力顕微鏡の) 金属探針で VO_2 表面を測定したところ、電流密度がゼロの試料では、近接場信号は観測されなかった。電流密度を増大させた試料では、低温の非金属相では近接場信号が観測されないものの、高温の金属相では信号が得られた。しかし、その信号は、Au のエバネッセント波による近接場信号と符号が逆の「負の信号」であり、予測外の結果となった。</p>
	研究の考察・反省	<p>近接場の実験結果は、次のように捉えられる。電流密度がゼロの場合に近接場信号がない点は、現在の検出器の有感波長域 ($14.5 \pm 0.7 \mu m$ 程度) で VO_2 の熱励起エバネッセント波が大きくないためと考えられる。今後、計算との整合性を詰められるとよい。電流を流した VO_2 は、非金属相では試料抵抗率が小さくない。そのため電流密度を高められず、検出感度に掛からなかったといえる。通電 VO_2 金属相の「負の信号」に関しては、細線と基板の密着性が弱いことから、局在波を散乱させるため (室温の) 探針が細線表面に接近した際に、(熱容量が大きな) 探針によって細線が急冷され、生じた効果と解釈できる。この効果を軽減し狙いのエバネッセント波を得るには、パルスレーザー堆積 (PLD) 等で基板に積層された試料 (基板と VO_2 間の密着性が高まり得る) の採用が望ましいと考えられ、入手の可能性を探れるとよい。</p>
研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所	※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。 近接場の測定で予測外に現れた「負の信号」の軽減を図るには、PLD 等による VO_2 試料の作製が欠かせないと考えられるが、PLD の共同利用を実施する機関が近隣に見つからなかったため。	
研究成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者		