

研究テーマ (和文) AB	超強磁場走査トンネル顕微鏡の開発と超伝導体のナノ電子計測への応用				
研究テーマ (欧文) AZ	Development of high-field scanning tunneling microscope and its application to nanoscale electronic state in superconductors				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓) ニシザキ	名) テルカズ	研究期間 B	2010年10月~2012年3月
	漢字 CB	西崎	照和	報告年度 YR	2011年
	ローマ字 CZ	Nishizaki	Terukazu	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	東北大学金属材料研究所・助教				

概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)

本研究では、走査トンネル顕微鏡(STM)としては未踏の超強磁場領域で動作する低温・強磁場 STM システムを開発することを第1の目的とし、また、開発した超強磁場 STM を、酸化物高温超伝導体をはじめとする様々な超伝導体へ適用して強磁場中の電子状態をナノスケールで明らかにすることを第2の目的とした。本研究では強磁場中で使用可能な STM ユニットの作製と調整を行い、ノイズ対策として完全非磁性除振台、音響シールドなどを導入することで超強磁場中で安定に動作する STM システムを構築した(参考図1)。STM ユニットの真空槽の排気には本研究助成で導入した「極低温温度制御用排気システム」を使用した。これらの超強磁場 STM システムを用いて、ハイブリッドマグネット中で 27T まで STM 動作を確認するとともに、酸化物高温超伝導体 $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の薄膜試料において、STM 測定と走査トンネル分光(STS)を 18T 超伝導マグネット中で行った。 $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 薄膜の STM 測定の結果、薄膜の成長過程における螺旋転位が観測され、そのステップ構造は c 軸の格子定数に一致することが分かった。また、18T までの磁場中の STS 測定に成功しトンネルコンダクタンスの空間変化を明らかにした(典型的なスペクトルは参考図2)。本研究による超強磁場 STM の開発によって、これまで以上の強磁場中(これまでは最大 14T)における超伝導体の STM/STS 研究が可能になった。

参考図



図 1: 超強磁場 STM 測定システム。

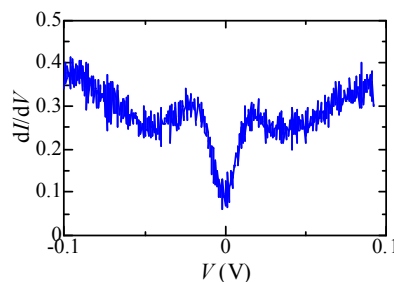
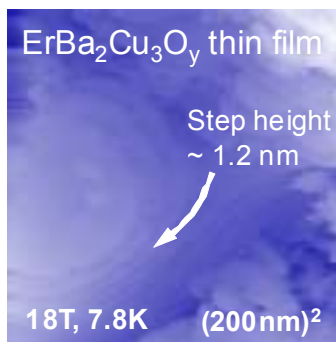


図 2: $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の薄膜の 18T の磁場中における STM 像(左図)とトンネルスペクトル(右図)。

キーワード FA	走査トンネル顕微鏡	強磁場	超伝導体	ナノ電子物性
----------	-----------	-----	------	--------

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA						
研究機関番号 AC					シート番号						

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	大型実験施設の強磁場マグネットを用いた走査トンネル顕微鏡の開発							
	著者名 ^{GA}	西寄照和, 小林典男	雑誌名 ^{GC}	第18回渦糸物理国内会議概要集					
	ページ ^{GF}	B4	発行年 ^{GE}	2	0	1	0	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	強磁場走査トンネル顕微鏡の開発と超伝導体への適用							
	著者名 ^{GA}	西寄照和, 淡路智, 小林典男	雑誌名 ^{GC}	東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター平成22年度年次報告書					
	ページ ^{GF}	172~174	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Development of High-Field Scanning Tunneling Microscope and Application to Superconducting Materials							
	著者名 ^{GA}	T. Nishizaki, S. Awaji, N. Kobayashi	雑誌名 ^{GC}	Selected Topics in 2010 Annual Report at Sendai [High Field Laboratory for Superconducting Materials, Institute for Materials Research, Tohoku University]					
	ページ ^{GF}	10	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 ^{EZ}

The primary purpose of this study is to develop first scanning tunneling microscope (STM) system which can be used at low temperatures in ultra-high magnetic fields (UHF) beyond previous STM. Another purpose is to apply UHF-STM to various superconductors including high-temperature (T_c) cuprate for understanding the electronic properties at the nanoscale. In this study, we have prepared and tuned STM unit for UHF. By using a nonmagnetic vibration isolation table and an acoustic shielding, vibrating and acoustic noise have been effectively reduced and STM system, which is designed for UHF, has been successfully built (see Fig.1). "A exhaust system for low-temperature control" has been introduced by this research grant and used for preparation of the high-vacuum atmosphere in the STM vacuum chamber. Using these UHF-STM systems, we have succeeded in the STM operation up to 27 T in the hybrid magnet and also performed STM and scanning tunneling spectroscopy (STS) for high- T_c superconducting $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ thin films in the 18 T-superconducting magnet. STM results indicate that screw dislocations, which appear in the growth process, are observed in $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ thin films and the step height of dislocations agrees with the c -axis lattice constant (see Fig.2, left). The spatial variation of the tunneling conductance has been observed by STS measurements up to 18 T (see Fig.2, right). The development of the UHF-STM in this study has made it possible to STM/STS studies on superconductors in high fields than ever before (maximum field of previous STM was 14 T).