

Title	独立駆動二探針 STM システムの構築と有機薄膜の電気伝導に関する研究
Author(s)	高見, 和宏
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46932
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	高 見 和 宏		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 19835 号		
学位授与年月日	平成17年10月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科物質・生命工学専攻		
学位論文名	独立駆動二探針 STM システムの構築と有機薄膜の電気伝導に関する研究		
論文審査委員	(主査) 助教授 桑原 裕司		
	(副査)		
	教授 高井 義造	教授 福住 俊一	教授 金谷 茂則
	教授 宮田 幹二	教授 菊地 和也	教授 横山 正明
	教授 伊東 一良		

論文内容の要旨

本論文では、機能材料表面のナノメートルからマイクロメートルスケールの電気伝導特性評価が可能である独立駆動二探針走査型トンネル顕微鏡 (STM) システムの新規設計・作製、およびそれを用いた有機薄膜の電気伝導特性評価の結果について述べた。

独立駆動二探針 STM システムの構築では、以下のような特長を持たせた。広い範囲を探針が走査可能なように、ピエゾ素子の可動範囲を $10\mu\text{m}$ とした。また、ピエゾ素子と探針ホルダに傾きを持たせ、試料表面で数百 nm までの測定物が評価可能であることを示した。このシステムの各 STM ユニットで原子分解能像の取得を確認した。また、既製の抵抗器を用いて抵抗測定が正確に行えることも確認した。以上より、本研究で作製した独立駆動二探針 STM システムは、STM としても抵抗測定においても、正確に動作することを確認した。

次に、このシステムを利用して有機薄膜の電気伝導特性をマイクロメートルスケールで評価した。有機薄膜としてポリジアセチレン膜及びポリ (3-オクチルチオフェン) 膜を対象とした。

ポリジアセチレン膜の電気伝導特性評価では、まず AFM 観察結果から、ポリジアセチレン膜が $2\sim 20\mu\text{m}$ のドメイン構造を持ち、同一ドメイン内ではポリジアセチレン重合鎖が同一方向に配列していることが分かった。独立駆動二探針 STM システムを用いて、探針間距離 $20\mu\text{m}$ 以下でこのポリジアセチレン膜の電気伝導特性を評価すると、測定された抵抗値が探針間距離と比例関係にあった。これは、単一ドメイン内のポリジアセチレン主鎖に沿った一次元電気伝導を示していると考えられる。また、導電率は $(3\sim 5)\times 10^{-6}\text{ S/cm}$ とこれまでに報告されている値よりも5桁高い値となった。

ヨウ素ドーピングしたポリジアセチレン膜の電気伝導特性評価では、抵抗値が探針間距離と比例関係にあり、一次元電気伝導特性が保持されていることが分かった。また、導電率は $(3\pm 0.3)\times 10^{-3}\text{ S/cm}$ となり、ヨウ素ドーピング前のポリジアセチレン膜に比べて3桁高い値であった。

ポリ (3-オクチルチオフェン) 膜の電気伝導特性評価では、マイクロメートルスケールで典型的な二次元電気伝導特性を示すことが分かった。さらに、ヨウ素ドーピングしたポリ (3-オクチルチオフェン) 膜における測定では、直流電圧印加によって生じる膜中ヨウ素分布の偏りを、両探針間に流れる電流値の時間変化として観察した。これは、独立

駆動二探針 STM システムによる局所的な導電率制御の可能性を示している。

論文審査の結果の要旨

本論文では、固体表面上に構築されたナノメートルからマイクロメートルスケールの極微細構造の電気伝導特性評価手法として、独立駆動二探針 STM システムを新規に設計・作製し、またそれを用いた有機薄膜の電気伝導特性の研究成果をとりまとめたものであり、その主な成果は次の通りである。

- (1) 独立駆動二探針 STM システムは、ピエゾ素子の可動範囲が $10\mu\text{m}$ と、できるだけ広い範囲が走査可能であるように新規に設計・作製されている。また、ピエゾ素子および探針部分の構造を工夫することにより、二つの探針をナノメートルスケールまで近づけたときに互いに干渉しないように設計されている。作製したシステムを用いて、グラファイト表面の原子分解能像の取得に成功し、さらに、表面上に固定した一方の探針の先端を、もう一方の探針で STM 観察することにも成功し、目的とする機能を十分保持していることを確認している。
- (2) 構築した独立駆動二探針 STM システムを用いて、ポリジアセチレン膜の電気伝導特性をマイクロメートルスケールで評価している。まず、LB 法によって作製したポリジアセチレン膜の電気伝導特性を評価したところ、ポリジアセチレン鎖に沿った一次元電気伝導であることを確認し、またその導電率を見積もったところ、過去の研究例に対して 5 桁高い値を計測している。ヨウ素ドーブしたポリジアセチレン膜においては、導電率がさらに 3 桁向上し、過去に報告例のない高い導電特性の評価に成功している。
- (3) 独立駆動二探針 STM システムを用いて、ポリ(3-オクチルチオフェン)膜の電気伝導特性を評価し、点電極間に見られる典型的な二次元電気伝導特性を明らかにしている。また、ヨウ素ドーブを行った膜について、探針間に印加した電圧すなわち局所的な電界の効果による、ヨウ素濃度分布の偏りができることを明らかにし、局所領域での導電性を制御することに成功している。

以上のように、本論文は、ナノメートルからマイクロメートルスケールの微細構造物の電気伝導特性を評価可能な独立駆動二探針 STM システムを構築し、それを用いて有機薄膜の局所領域での電気伝導特性に関する多くの知見を与えており、固体表面物性、およびナノテクノロジーに寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。