

【基盤研究(S)】

総合・新領域系（複合新領域）



研究課題名 個々の原子の観察・識別・操作による室温での多元素ナノ構造体組み立てに関する研究

大阪大学・大学院工学研究科・教授

もりた せいぞう
森田 清三

研究分野：複合新領域

キーワード：ナノプローブ

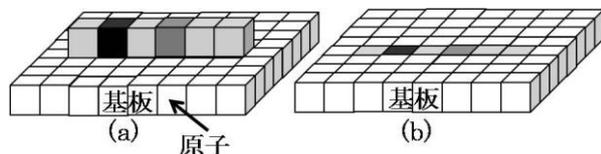
【研究の背景・目的】

原子数個から数十個で出来たマイクロ化極限のナノ構造は強い量子効果を示し、閉じ込められた電子のエネルギー準位を自由に換えられるが、設計通りに構築するには、個々の原子を設計した位置に動かす原子識別・操作技術が必要不可欠となる。従来の原子操作は、主として、電流を測定する走査型トンネル顕微鏡(STM)により行われ、原子ワイヤや原子クラスターの組み立ては導電性基板の上に弱く吸着した金属元素や分子を用いて極低温で行われてきた。また、組み立てた原子ワイヤなどの評価はSTMを用いた局所電子状態密度のような電子的物性の測定のみが行われてきた。

本研究では、多元素ナノ構造体の室温組立と評価により「多元素ナノ構造体の室温物性」と言う新学問領域を開拓する。具体的には、基板の上に載せた多元素ナノ構造体と基板表面に埋め込んだ多元素ナノ構造体を室温で新規な原子操作法で組み立てる。また、組み立てた多元素ナノ構造体の評価を原子分解能で多角的に物性評価する。

【研究の方法】

多元素ナノ構造体の「組立」に関しては、熱揺らぎの有る室温で、基板の上を動き回る原子をナノ空間に閉じ込めて「基板の上に載せた多元素ナノ構造体」[下図(a)]を原子操作で組み立てる研究を行う。また、我々が発見した(異種原子)交換型原子操作により、「基板表面に埋め込んだ多元素ナノ構造体」[下図(b)]を室温の熱エネルギーを利用して原子操作で組み立てる研究を行う。



組み立てた多元素ナノ構造体の「評価」に関しては、熱揺らぎの有る室温で、原子間力顕微鏡(AFM)と走査型トンネル顕微鏡(STM)を複合化したAFM/STMを用いてAFM機能で「力学的物性」をSTM機能で「電子的物性」を、原子分解能で同時測定する手法を確立して、原子分解能の多角的物性評価を実験的・理論的に行う。

【期待される成果と意義】

多元素ナノ構造体は多元素系による機能発現とナノ構造による量子効果発現を融合した新奇なナノ材料・ナノデバイスの宝庫である。世界に先駆けて開発してきた室温で個々の原子を力学的に観察・識別して、選択した特定の元素をデザインした位置に原子操作する技術を基盤として、「室温」で「埋め込んだ多元素ナノ構造体」だけでなく「基板の上に載せた多元素ナノ構造体」の組み立て方法を開発することにより、新奇な機能を持った多様な新ナノ材料・新ナノデバイスの探索が室温で可能となる。

「力学的物性と電子的物性の原子分解能の室温同時測定」を、埋め込んだ多元素ナノ構造体だけでなく、基板の上に載せた多元素ナノ構造体とも比較して、多角的物性評価を実験的・理論的に行うことにより、化学配位効果や元素識別方法などが明らかになり、「多元素ナノ構造体の室温物性」と言う新学問分野が拓けること。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S.Morita, F.J.Giessibl, R.Wiesendanger (Eds.), "Noncontact Atomic Force Microscopy (Volume 2)", Springer, ISBN: 978-3-642-01494-9, pp.1~401 (2009).
- ・ Y.Sugimoto, P.Pou, O.Custance, P.Jelinek, M.Abe, R.Pérez and S.Morita, "Complex Patterning by Vertical Interchange Atom Manipulation Using Atomic Force Microscopy", Science, Vol.322, pp.413~417 (2008).
- ・ Y.Sugimoto, P.Pou, M.Abe, P.Jelinek, R.Pérez, S.Morita and O.Custance, "Chemical identification of individual surface atoms by atomic force microscopy", Nature, Vol.446, pp.64~67 (2007).

【研究期間と研究経費】

平成22年度－26年度
159,600千円

【ホームページ等】

<http://www.afm.eei.eng.osaka-u.ac.jp/>
smorita@eei.eng.osaka-u.ac.jp