

理工系



常温で設計どおりに原子を入れ替える手法を開発 — 原子埋め込み文字“Si”を書くことに成功 —

大阪大学大学院工学研究科教授 森田 清三

【研究の背景】

錆びないステンレス合金のように複数元素から出来た材料は新しい機能を発現します。また、超格子や量子ドットのようにナノスケールでの特殊な構造や状態は量子効果を発現します。

したがって、複数の元素からなる新奇な複素ナノ構造体は、多元素による機能付与と量子効果を融合した新ナノ材料・デバイスの宝庫として期待されます。

私たちは、これまでの研究において、図1に示すように、絶縁体も扱える原子間力顕微鏡(AFM)で、個々の原子を見る技術を開発し(Science 1995)、混在した半導体元素の識別を可能にしました(Nature 2007表紙採用)。

さらに、スズ(Sn)原子とゲルマニウム(Ge)原子が混在する表面で、Sn原子とGe原子が交換される交換型「水平」原子操作の新現象を発見し、Ge表面に埋め込んだSn原子で“Sn”の元素記号を描いた原子埋め込み文字を室温で構築することに成功しました(Nature Materials 2005)。

このような、個々の原子を見て、識別し、選択した原子を設計通りの位置に動かすことにより、デザイン通りの複素ナノ構造体を室温で構築する技術の開発は、夢の新ナノ材料・デバイス開発への道を切り拓くものです。

【研究の成果】

今回、私たちは、室温でAFM探針先端のシリコン(Si)原子とSn原子を交換してSn表面に直接Si原子を埋め込む交換型「垂直」原子操作の新現象(図2(a))を発見し、Sn表面に埋め込んだSi原子で“Si”の元素記号を描いた原子埋め込み文字を構築しました(Science 2008)(図2(b))。

この新手法は、AFMの探針先端のSi単原子を

表面のSn原子と交換しながら設計どおりの位置に埋め込める夢の単原子ペンであり、原子埋め込み文字を室温で高速構築できる極限技術です。

【今後の展望】

私たちが開発してきたこれらの極限技術を基盤に、複素ナノ構造体である夢の新ナノ材料・デバイス探索に向け、まずは2~3種類の元素からなる原子クラスターや原子ワイヤを組み立てる技術を開発し、複素ナノ構造体の物性について研究する予定です。

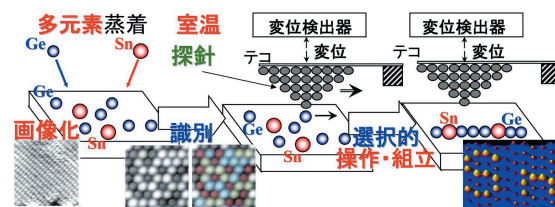


図1 個々の原子の観察・識別・操作組立

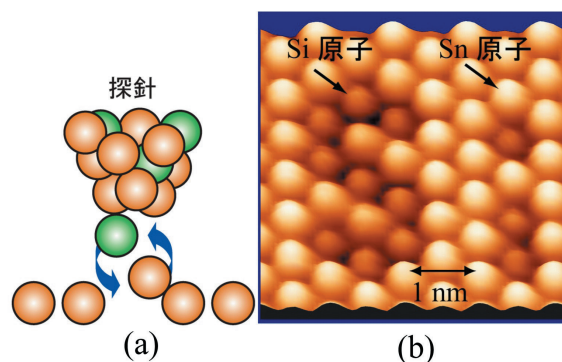


図2 (a) 単原子ペンによる異種原子の交換による埋め込みと(b) Sn表面に埋め込んだSi原子で描いた原子埋め込み文字“Si”

活用された科研費

平成11-14年度 特定領域研究(B)「原子分子のナノ力学」
平成17-21年度 基盤研究(S)「異種原子位置交換型水平原子操作の制御条件と機構の解明」
平成19-23年度 特定領域研究「表面機能元素の制御と原子構造解析」