

### Motivation

どんな問題に取り組むのか？

将来の情報技術は、ナノスケール(1ナノメートル = 10億分の1メートル)の半導体デバイスで実現されると考えられています。その様なデバイスでは、電子の振る舞いは量子力学により支配されます。従って、高性能素子の実現には、半導体ナノ構造中の電子の量子力学的振る舞いを、ナノスケールの実空間で直接観察し理解することが非常に重要です。

### Originality

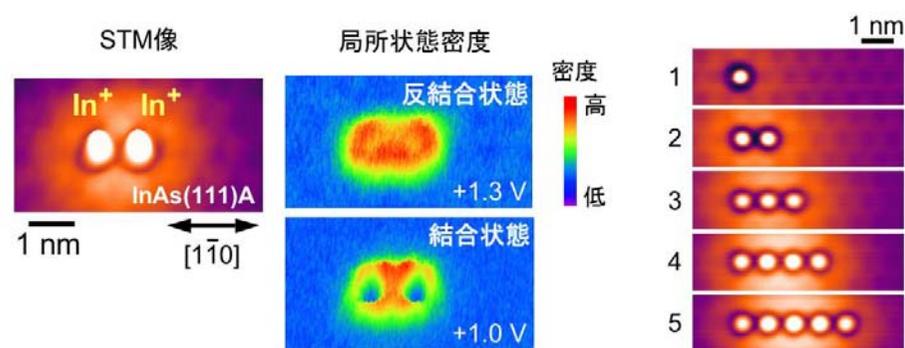
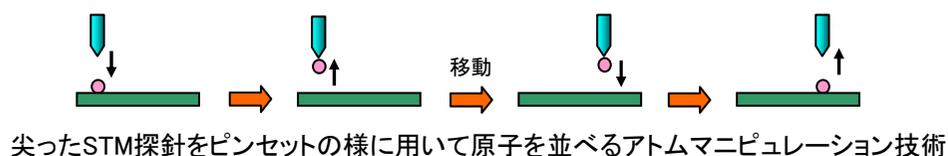
得られた結果はどう新しいのか？

低温で動作する走査トンネル顕微鏡(STM)を応用して、ナノ構造の原子マニピュレーションとその場観測を化合物半導体で初めて可能にし、In原子をInAs基板で自在に配列するだけでなく、相互作用するIn原子対の電子状態直接観察を実現しました。半導体超格子構造の断面において、局所電子状態を調べることで、エネルギーバンド構造を実空間で可視化することに成功しました。

### Impact

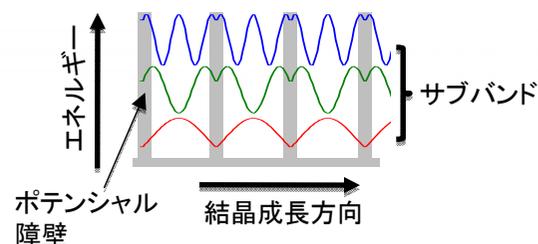
この研究が成功した場合のインパクトは？

半導体構造中の様々な電子状態の振る舞いを、原子精度で自在に制御しながら、ナノスケールの実空間で直接観察することが可能となります。電子や正孔の低次元量子物性の自在な制御と理解に役立ちます。また、これらを用いた量子効果デバイスや量子コンピュータなどの量子情報デバイスを実現するための重要な形成評価手法の一つになります。

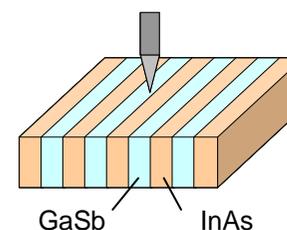


近接配置された2つのIn原子(左)の分子様の振る舞いを示す局所状態密度像(中) In原子を一つずつ並べて形成した直線上の原子鎖(右)

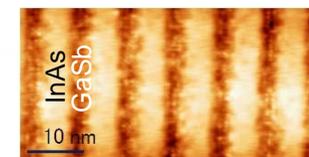
InAs(111)A表面で観察される、イオン化した吸着In原子の近接により分子状に結合した新しい電子状態を形成できる。アトムマニピュレーション技術により原子を一つずつ自在に配置して、表面から半導体量子状態を制御・観測する。  
# Paul-Drude-Institut(ドイツ)と共同で実現。



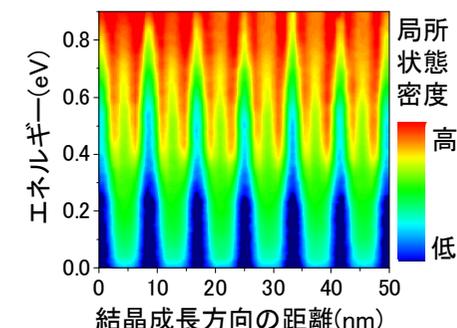
半導体超格子のエネルギー構造



半導体超格子構造断面のSTM観察



断面STM像



局所状態密度の空間分布

超格子や量子井戸などの半導体ヘテロ構造を真空中で劈開し、その断面に対して走査トンネル分光測定を行うことで、波動関数やエネルギーバンド構造を実空間で可視化できる。