

どんな問題に取り組むのか？

Motivation

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。

得られた結果はどう新しいのか

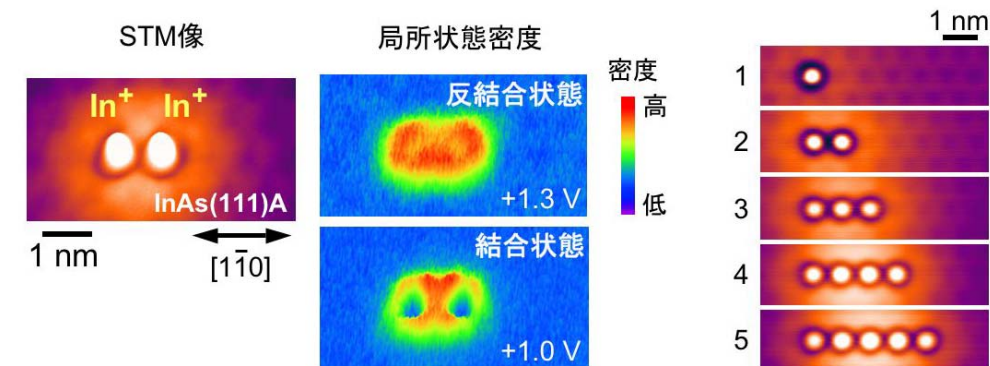
Originality

低温で動作する走査トンネル顕微鏡(STM)を応用して、ナノ構造のアトム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基板上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。また、 p - n 接合や反転層を持つ半導体デバイス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。これらの技術により、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。

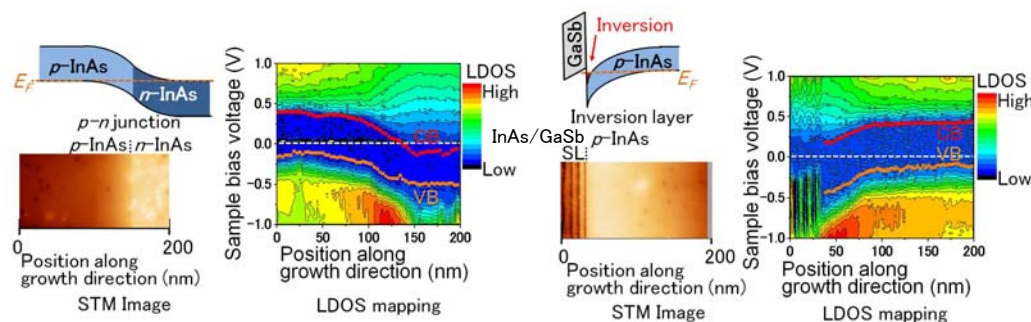
この研究が成功した場合のインパクトは？

Impact

半導体量子構造中の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。



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局在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。



InAs p - n 接合(左)と反転層(右)の断面STM像と局所状態密度(LDOS)マッピング

InAsの p - n 接合や、反転層中のエネルギーバンド構造や局所的なポテンシャル揺らぎを、断面からナノメートルの分解能で実空間観測できる。CB、VBは、実験から得られた伝導帯下端と価電子帯上端のエネルギー。