

STM による GaAs 中 N 不純物準位の直接可視化

Direct visualization of N impurity state in GaAs using STM

物材機構¹, 理研², °石田 暢之¹, 定 昌史², 間野 高明¹, 野田 武司¹,
佐久間 芳樹¹, 藤田 大介¹

NIMS¹, RIKEN², °Nobuyuki Ishida¹, Masafumi Jo², Takaaki Mano¹, Takeshi Noda¹,
Yoshiki Sakuma¹, and Daisuke Fujita¹

E-mail: ISHIDA.Nobuyuki@nims.go.jp

はじめに

GaAs に少量の窒素 (N) 不純物を添加するとバンドギャップが大きく減少することが知られている[1]。この現象は N 原子の作る電子準位同士が相互作用することによって生じると考えられているが、詳細なメカニズムは明らかになっていない。その大きな要因の一つに N 不純物準位に関する実空間の実験情報が不足していることが挙げられる。これまで、走査型トンネル顕微鏡 (STM) を用いた評価が行われてきたが[2]、報告されている STM 像はすべて占有準位像であるため、非占有準位に存在する N 不純物準位の直接可視化には成功していない。非占有準位での表面形状像の取得はトンネルコンダクタンスが小さいため困難であるが、本研究では、表面形状像とともに非占有準位に対応するバイアス電圧で電流像を取得することで、N 不純物準位の電荷分布を直接可視化することに成功した。

実験および結果

N 添加 GaAs 試料は N プラズマ源を有した分子線エピタキシー装置により作製した。作製した試料を超高真空中で劈開することで清浄表面を作製し、断面 STM 観察を行った。STM 探針として PtIr 探針を用い、測定は 78 K で行った。

図 1(a) に N 不純物位置および GaAs 位置で得られた dI/dV スペクトルを示す。N 不純物準位に対応するピークが GaAs の伝導帯下端近傍で観察された。図 1(b) に N 添加層で得られた表面形状像および電流像を示す。負バイアス (占有準位) で得られた表面形状像では As 原子のみ観察され N 不純物を判別するのは難しい。一方、正バイアス (非占有準位) で得られた電流像では明瞭にその特徴的な広がりを観察することができた。その他詳細は当日報告する。

参考文献

- [1] Y. Zhang et al., Phys. Rev. B 63, 085205 (2001).
[2] J. M. Ulloa et al., Appl. Phys. Lett. 93, 083103 (2008).

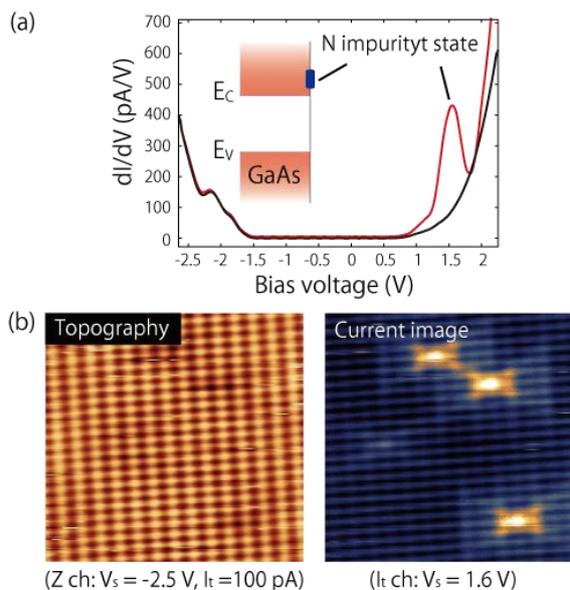


図 1:(a) N 不純物位置で得られた dI/dV スペクトル,
(b) N 添加層で得られた表面形状像および電流像。