

2 種類の拡散原子を有する量子ドット成長モデルでのスケール関数

Scaling function by quantum dot growth model with 2 species of diffusion atoms

北大院工 ○山内諒, 盧翔孟*, 小山正孝, 笹倉弘理, 武藤俊一

Hokkaido Univ. Ryo Yamauchi, Xiangmeng Lu*, Masataka Koyama, Hirotaka Sasakura, Shunichi Muto

E-mail: yr0265_sqp@eng.hokudai.ac.jp

量子ドットは量子計算などへの応用が考えられる重要な半導体ナノ構造である。我々は MBE を用いた自己集合量子ドットの成長を行なってきたが、応用のためにはそのサイズ分布の知見が必要となる。以前の研究で我々は InAs/GaAs 量子ドットの体積分布が臨界クラスターサイズ $i=1$ の結晶成長モデルでの二次元島サイズ分布のスケール関数におおよそ一致するという結論に至った。しかし混晶材料である $\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}/\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{As}$ 量子ドットの場合、体積分布に若干の変化が生じることがわかった[1]。そこで、今回二次元結晶成長モデルを用いたシミュレーションを、InAlAs のように二種類の拡散原子が存在する場合に拡張し、サイズ分布スケール関数を求めた。

シミュレーションは二次元の正方格子で行い、拡散レート D_α ($\alpha=\text{In}, \text{Al}$) で原子を拡散 (隣

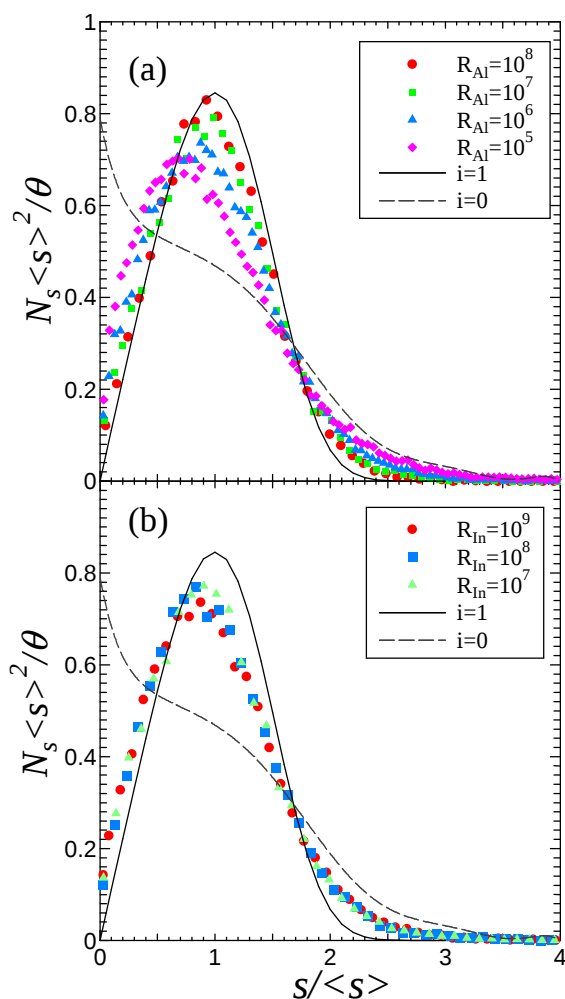


Fig.1. Scaling function with (a) $R_{\text{In}}=10^9$, (b) $R_{\text{Al}}=10^6$.

The other R_α is valied.

の格子点へ移動)、供給レート F で原子を供給 (新たな原子を発生) させ、この比 $R_\alpha = D_\alpha / F$ を用いてランダムに原子の供給拡散を制御した。核形成には $i=1$ のモデルを用いた。すなわち、原子同士もしくは島と原子が隣接した場合それらを固定し一つの二次元島として扱う。今回は混晶の性質を取り入れるため、As との強い結合性から Al の拡散係数が In より小さいことを踏まえ、異なる拡散レートを持つ二種類の原子を用いた。拡散の速い方の原子を $R_{\text{In}} = D_{\text{In}} / F$ 、遅い方の原子を $R_{\text{Al}} = D_{\text{Al}} / F$ とし、今回は実験での組成を用い In:Al=7:3 になるように原子を供給した。

その結果として、得られたスケール関数が Fig.1 である。Fig.1(a)から R_{Al} の変化によって分布が変化していることがわかるが、Fig.1(b)を見ると、 R_{Al} の等しい場合の分布は R_{In} に依らないことがわかる。つまり、二種類の粒子が存在する場合拡散が遅い側の粒子のサイズ分布への寄与が大きいことがわかった。

[1] X.M. Lu et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 025602

* 現所属：徳島大学ソシオテクノサイエンス研究部