

GaAs{111}A,B 表面上での Ga 液滴形成

Formation of Ga droplets on GaAs{111}A,B surfaces

物材機構¹, 九大² ◦大竹 晃浩¹, 間野 高明¹, ハヌル^{1,2}

NIMS¹, Kyushu Univ.² ◦Akihiro Ohtake¹, Takaaki Mano¹, Neul Ha^{1,2}

E-mail: OHTAKE.Akihiro@nims.go.jp

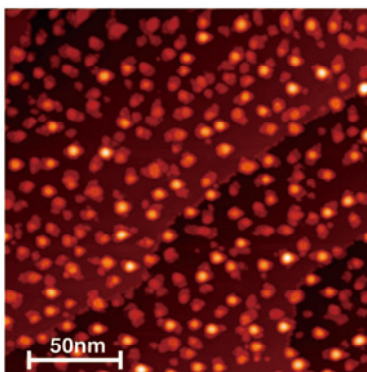
はじめに: III-V 族半導体を用いて量子ドットなどの半導体ナノ構造を作製する際に、一般には(001)方位の基板を用いることが多い。これに対し、最近では(N11)方位の基板を用いることによって興味深い結果が得られつつある。例えば、(111)A 基板上に液滴エピタキシー法を用いて形成された GaAs 量子ドットは等方的な形状を有しており、それによって極めて小さい微細構造分裂幅が実現されることが明らかとなっている[1]。また、(311)A 基板上にはきわめて高い密度の GaAs 量子ドットが形成されることが報告されている[2]。本研究では、GaAs{111}A,B 表面上での Ga 液滴形成過程を主に STM を用いて評価し、液滴形成におよぼす基板表面構造および極性の影響を明らかにすることを目的とする。

結果および考察: Ga-rich (111)A-(2x2)、Ga-rich (111)B-($\sqrt{19}\times\sqrt{19}$)、As-rich (111)B-(2x2) 表面上に Ga を蒸着することによって液滴を作製した。(111)A-(2x2)上では Ga 供給ごく初期(0.05ML)から液滴が形成され、Ga 液滴間では(2x2)構造が保持される。一方、(111)B 表面の場合、($\sqrt{19}\times\sqrt{19}$)および(2x2)のいずれの表面上においても、Ga 供給初期には二次元島が形成され、その表面は(3x2)構造を示す。($\sqrt{19}\times\sqrt{19}$)表面上では 0.8ML 程度の Ga を、(2x2)表面上では 1.6ML 程度の Ga を蒸着することで二次元島は完成し、その後、液滴形成が始まる。図 1(a)-1(c)は、A-(2x2)、B-($\sqrt{19}\times\sqrt{19}$)、B-(2x2)表面上に、200℃において、それぞれ、1ML、1.8ML、2.6ML の Ga を供給して作製した Ga 液滴の STM 像(a)および AFM 像(b および c)である。A-(2x2)上での液滴の密度は $9\times 10^{11}\text{ cm}^{-2}$ ときわめて高いのに対し、B 面上では四桁以上も低い($1.5\sim 2.0\times 10^7\text{ cm}^{-2}$)。古典的核形成理論に基づく解析を行った結果、B 面上では複数の Ga 原子が安定核となるのに対し、A 面上では 1 個の Ga 原子が安定核となり、それが高密度での液滴形成の要因であることが明らかとなった。

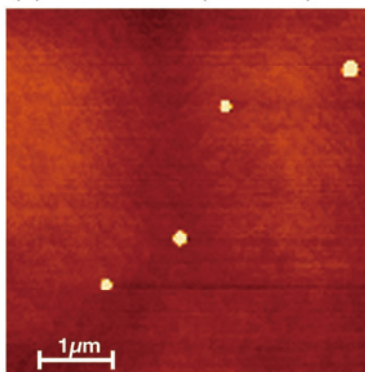
[1] T. Mano et al, Appl. Phys. Express **3**, 065203 (2010)

[2] M. Jo et al., Appl. Phys. Lett. **100**, 212113 (2012).

(a) 1.0 ML on A-(2x2)



(b) 1.8 ML on B-($\sqrt{19}\times\sqrt{19}$)



(c) 2.6 ML on B-(2x2)

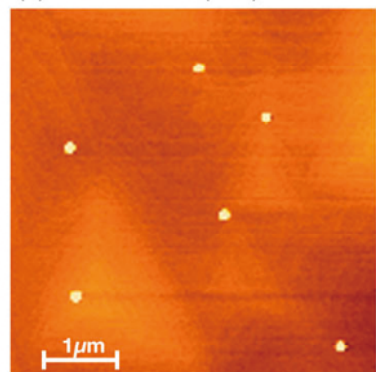


図 1: GaAs(111)A-(2x2) (a)、(111)B-($\sqrt{19}\times\sqrt{19}$) (b)、(111)B-(2x2) (c)表面上に 200℃で形成した Ga 液滴の STM 像(a)と AFM 像(b and c)。Ga の供給量は 1ML (a)、1.8ML (b)、2.6ML (c)。