

Si (100) 上 GaAs ナノワイヤにおける InAs S-K 量子ドットの成長

Growth of InAs S-K Quantum Dots on GaAs Nanowires on Silicon (100) Substrates

東大生研¹, 東大ナノ量子機構² ○権 晋寛¹, 渡邊 克之¹, 岩本 敏^{1,2}, 荒川 泰彦^{1,2}IIS¹, NanoQuine², The Univ. of Tokyo.○Jinkwan Kwoen¹, Katsuyuki Watanabe¹, Satoshi Iwamoto^{1,2}, and Yasuhiko Arakawa^{1,2}

E-mail: jkkwoen@iis.u-tokyo.ac.jp

量子ドットを含む III-V 族ナノワイヤ構造は、シリコン基板上に量子ドットの形成を可能にする構造として期待されており、この構造を利用した量子光源やレーザ等の素子応用の研究も活発になされている[1, 2]。これまでの先行研究では、III-V 族半導体ナノワイヤが垂直に形成されるシリコン(111)基板上で成長が行われてきたが、量産やコストなど実用化の問題を解決するためにはシリコン(100)基板を利用する必要がある。今回、我々は無加工のシリコン(100)基板上において、InAs 量子ドット GaAs ナノワイヤ構造を成長し、ナノワイヤ表面の観察を行うとともに、その形成過程について考察したので報告する。

結晶成長は約 2 nm の自然酸化膜が形成されているシリコン(100)基板上で通常の固体ソース分子線エピタキシー(MBE)によって行った。一般的な前処理を行った後、GaAs ナノワイヤ構造を自己触媒型 VLS 成長法で成長した。この段階でのナノワイヤは $1 \times 10^6 / \text{cm}^2$ 程度の密度で、長さ 2 μm 程度のナノワイヤ形成を確認した。その後、軸方向の成長速度を抑えるため、自己触媒である Ga の結晶化を As_4 ソースのみを供給することで行った。GaAs のシェル層が成長することで、最終的な GaAs ナノワイヤ構造の直径は約 200 nm になった (図 1)。量子ドットの成長は InAs の供給時間を徐々に長くしながら行った。その時の In 供給速度 (GaAs (100) 面上換算値) は 0.1 ML/s、 As_4 フラックスは 1×10^{-5} Torr である。3 ML 以下の In を供給したサンプルでは InAs のシェル層が形成された (図 2)。In を 3ML 供給したサンプルでは、ナノワイヤの側壁のファセット間に量子ドットが形成された (図 3)。さらに供給量を増加させたところ、量子ドット同士がつながり、量子ドット集合体が形成された (図 4)。これらの結果から、GaAs ナノワイヤにおける InAs 量子ドット成長が、Stranski-Krastanov 成長をベースとする成長機構を持ち、また格子歪みの緩和されやすい側壁のファセット間で発生することが明らかになった。

本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業及び NEDO の超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発により委託を受けたものである。

[1] X. Yan, *et. al*, Nano Lett. **12**, 1851 (2012).[2] J. Kwoen, *et. al*, Phys. Stat. Sol. (C) **10**, 1496 (2013).